

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  
FAKULTA TEXTILNÍ**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**LIBEREC 2010**

**VERONIKA KONTUŇOVÁ**

# TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

## FAKULTA TEXTILNÍ



Studijní program: B3107 Textil  
Studijní obor: 3107R007 Textilní marketing

## DYNAMICKÉ VLASTNOSTI TKANIN

## DYNAMIC PROPERTIES OF FABRICS

Veronika Kontuřová

KHT-709

**Vedoucí bakalářské práce:** Ing. Vladimír Kovačič

**Rozsah práce:**

Počet stran textu ...37

Počet obrázků .....52

Počet tabulek .....16

Počet stran příloh..17

## **Zadání bakalářské práce**

### **Dynamické vlastnosti tkanin**

1. Proved'te literární rešerši na téma dynamických vlastností textilií
2. Navrhnete experiment analýzy dynamických vlastností tkanin
3. Experiment vyhodno'te a proved'te modelování závislostí

## **PROHLÁŠENÍ**

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

V Liberci dne 3.5.2010

.....  
Podpis

## **POĎAKOVANIE**

Touto cestou by som chcela poďakovať svojej rodine za morálnu podporu pri celom štúdiu na tejto univerzite. Ďalej by som chcela poďakovať vedúcemu mojej bakalárskej práce Ing. Vladimírovi Kovačičovi za odborné vedenie, vecné poznatky a pomoc pri spracovaní tejto bakalárskej práce. V neposlednom rade by som chcela poďakovať za pomoc a konzultácie Ing. Miroslave Maršáľkovej, Ph.D.

## **ANOTACE**

### **DYNAMICKÉ VLASTNOSTI TKANIN**

Bakalářská práce je zaměřena na zkoumání dynamických vlastností tkanin. Zkoušky těchto vlastností byly provedeny na tkaninách s obsahem a bez obsahu elastanu.

Cílem práce je tedy porovnání rozdílnosti dynamických vlastností u zmíněných typů tkanin, a to pomocí různých přístrojů.

V teoretické části jsou všeobecně popsány tkaniny, dále mechanické vlastnosti, dynamické vlastnosti a přístroje, které byly přímo použity při experimentu.

Následuje praktická část, kde je popsán průběh prováděných zkoušek. Je zde zaznamenán postup celého experimentu a jeho vyhodnocení.

Klíčová slova: tkanina, dynamické vlastnosti, mechanické vlastnosti, elastan, deformace

## **ANNOTATION**

### **DYNAMIC PROPERTIES OF FABRICS**

Bachelor's thesis is focused on exploring the dynamic properties of fabrics. Tests of these properties were made on fabrics containing elastane and free.

The goal of this thesis is comparing variances of the dynamic properties of these types of fabrics, using various instruments.

In the theoretical part are generally described fabric, the mechanical properties, dynamic properties and equipment that were directly used in the experiment.

Followed by a practical part, which describes process of performed tests. There is a procedure recorded the whole experiment and its evaluation.

Keywords: fabric, dynamic properties, mechanical properties, elastane, deformation

## POUŽITÉ ZNAKY A SYMBOLY

$A_{max}$	maximálne predĺženie pri pretrhnutí	[%][mm]
CO	bavlna	
DMA	dynamicko mechanická analýza	
$E$	počiatočný modul pružnosti	[MPa]
$E'$	reálna časť modulu	[MPa]
$E''$	imaginárna časť modulu	[MPa]
$E^*$	komplexný modul pružnosti	[MPa]
$E_z$	elastická zotrvačnosť	[%]
$F$	absolútna sila	[N]
$F_r$	relatívna pevnosť	[N/tex]
$F_{max}$	maximálna sila do pretrhnutia	[N]
$h$	hrúbka tkaniny	[mm]
$l$	dĺžka vzorku tkaniny	[mm]
$l_c$	predĺženie celkové	[mm]
$l_p$	predĺženie elastické	[mm]
$l_T$	tržná dĺžka	[m],[km]
$l_0$	upínacia dĺžka vzorku	[mm]
$\Delta l$	absolútne predĺženie	[mm]
$P$	pevnosť	[N]
PL	polyester	
$S$	plocha	[m <sup>2</sup> ]
$t$	čas	[s]
$T$	dĺžková jemnosť	[tex]
$tg \delta$	stratový faktor	[-]
$W$	práca	[J]
$\delta$	stratový uhol	[rad]
$\varepsilon$	deformácia	[%]
$\varepsilon_0$	amplituda deformácie	[-]
$\varepsilon_p$	elastická deformácia	[%]
$\rho$	hustota (merná hmotnosť)	[kg.m <sup>-3</sup> ]
$\sigma$	napätie	[MPa]

$\sigma_0$	amplituda napätia	[Pa]
$\omega$	frekvencia oscilácie	[Hz]



## OBSAH

1	ÚVOD.....	10
2	TEORETICKÁ ČASŤ .....	11
2.1	Tkaniny .....	11
2.1.1	Plátňová väzba .....	11
2.1.2	Keprová väzba .....	12
2.1.3	Atlasová väzba.....	12
2.1.4	Väzbová technika.....	13
2.1.5	Rozdelenie tkanín .....	13
2.1.6	Výroba tkanín .....	14
2.1.7	Príprava osnovných nití .....	14
2.1.8	Príprava útku.....	15
2.1.9	Tkanie .....	15
2.1.10	Dokončovacie práce.....	15
2.2	Mechanické vlastnosti.....	16
2.2.1	Pevnosť a ťažnosť .....	17
2.2.2	Napätie .....	18
2.2.3	Deformácie.....	19
2.2.4	Pružnosť .....	20
2.3	Dynamické mechanické vlastnosti .....	20
2.4	Strojné zariadenie.....	23
2.4.1	Dynamicko- mechanická analýza .....	23
2.4.2	TIRATEST 2300.....	24
2.4.3	LabTest V.2.5 .....	25
3	EXPERIMENTÁLNA ČASŤ .....	26
3.1	Základné parametre použitých tkanín .....	26
3.2	Meranie na dynamometri TIRATEST 2300 .....	27
3.2.1	Postup nastavenia stroja a prevedenia skúšky .....	27
3.2.2	Získané hodnoty.....	28
3.3	Cyklické namáhanie na prístroji LabTest V.2.5.....	31
3.3.1	Postup nastavenia stroja a prevedenia skúšky .....	31
3.3.2	Získané hodnoty.....	33
3.4	Dynamicko- mechanická analýza .....	35
3.4.1	Postup nastavenia prístroja a prevedenia skúšky .....	36
3.4.2	Získané hodnoty.....	38

4	DISKUSIA VÝSLEDKOV .....	43
4.1	Výsledky merania na dynamometri TIRATEST 2300.....	43
4.2	Výsledky merania na prístroji LabTest V.2.5 .....	43
4.3	Výsledky dynamicko- mechanickej analýzy.....	44
5	ZÁVER .....	45
6	POUŽITÁ LITERATÚRA .....	47
7	ZOZNAM OBRÁZKOV .....	48
8	ZOZNAM TABULIEK .....	50
9	PRÍLOHY .....	51
9.1	Priebeh merania na dynamometri TIRATEST 2300.....	51
9.2	Priebeh cyklického namáhania na prístroji LabTest V.2.5 .....	54
9.3	Priebeh DMA grafy XT- Scope mode pri frekvencií 10 mHz .....	56
9.4	Priebeh DMA grafy XT- Scope mode pri frekvencií 1 Hz .....	59
9.5	Priebeh DMA grafy FFT data evaluation E/G- Tan delta pri frekvencií 10 mHz.....	62
9.6	Priebeh DMA grafy FFT data evaluation E/G- Tan delta pri frekvencií 1 Hz ..	65

# 1 ÚVOD

Vlastnosti tkanín sú veľmi dôležité a to nie len pri spracovateľských vlastnostiach ale aj pri vlastnostiach úžitkových. Pre znalosť charakteru tkaniny je preto potrebné poznať základné parametre ako sú: hrúbka, plošná hmotnosť, objemová merná hmotnosť, materiálové zloženie, pórovitosť jednokomponentných a viac komponentných tkanín, dostava osnovy a útku, stupeň zatkanía osnovy a útku, percento zatkanía osnovy a útku a väzbu.

Počas nosenia je textilný materiál viackrát namáhaný v rôznych smeroch, preto je veľmi dôležité poznať deformačné charakteristiky. Deformáciu popisujú mechanické vlastnosti a vonkajšie sily, ktorými sa pôsobí na materiál. Veľkosť deformácie je ovplyvnená nie len materiálovým zložením, ale aj väzbou tkaniny.

Cieľom tejto práce je skúmanie dynamických vlastností tkanín. Práca je rozdelená na dve časti a to teoretickú a experimentálnu.

V teoretickej časti sú obecné popísané tkaniny, mechanické vlastnosti, dynamické vlastnosti a strojné zariadenie používané pri skúmaní týchto vlastností.

V experimentálnej časti sú navrhnuté a prevedené praktické skúšky, ktoré slúžia k analýze dynamických vlastností tkanín. Skúšky sú prevedené na tkaninách s obsahom elatanu a bez obsahu elatanu. Pri skúškach je zisťovaná a porovnávaná pevnosť, ťažnosť, odpor tkanín voči pôsobeniu vonkajších mechanických síl, pružnosť, modul pružnosti a stratový uhol. Za každou prevedenou skúškou nasleduje zhodnotenie a porovnanie rozdielnosti u spomínaných typov tkanín. V závere práce sú porovnané zistené rozdiely skúmaných vlastností.

## 2 TEORETICKÁ ČASŤ

### 2.1 Tkaniny

Tkaniny sú plošné textílie vyrábané z dvoch vzájomne sa prekrížujúcich sústav nití. K prekríženiu týchto nití dochádza na tkacích strojoch. Ide o sústavu osnovných a útkových nití.

Vzájomné previazanie týchto sústav vytvára osnovný väzný bod- kde na lícnej strane je osnovná niť nad útkovou niťou, alebo útkový väzný bod- kedy je naopak útková niť pri previazaní hore nad osnovnou niťou. Dĺžka a šírka tkaniny mnohokrát prevyšuje jej hrúbku.

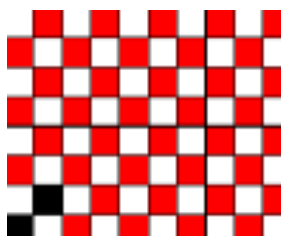
Tkaniny sú tkané v rôznych väzbách. Základnými väzbami sú plátnová, keprová a atlasová. Tieto väzby majú aj rôzne odvodeniny, ktorými sa dosiahne rôzny vzhľad. Odvodeniny od základných väzieb sú vytvárané pomocou rôznych väzbových technik.

#### 2.1.1 Plátnová väzba

- patrí medzi najjednoduchšiu a najhustejšiu väzbu. Má rovnomerné striedanie osnovných a útkových väzných bodov, čiže má obojstranný líc. Najmenšia strieda väzby je 2 / 2. Tkaniny v plátnovej väzbe sa tkajú na štvorlistovom stroji s vačkovým prešlupom.

Použitie tkanín v plátnovej väzbe je veľmi časté. V plátnovej väzbe sú vyrábané košeľoviny, dámske letné šatovky, vreckovky, dekoratívne materiály, posteľná bielizeň, technické tkaniny a iné. Známe sú mul, súkno, popelín atď.

Odvodené väzby od plátnovej sú: panama, rýps a kanava.



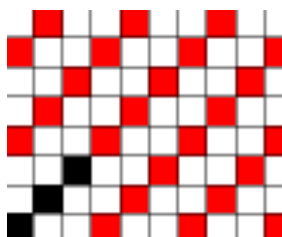
Obr. 1 Základná plátnová väzba 2 / 2

### 2.1.2 Keprová väzba

- má charakteristický vzhľad so šikmými riadkami. Keprová väzba je buď útková alebo osnovná. Podľa smeru šikmých riadkov rozlišujeme keper ľavého smeru S alebo pravého smeru Z. Ak je hustota osnovných a útkových bodov rovnaká, sklon riadku je v  $45^\circ$  uhle. V prípade zhustenia osnovy je sklon riadku strmší a pri zhutnení útku je sklon miernejší. Keprové tkaniny sú tkané na strojoch s vačkovým alebo listovým prešľupom. Najmenšie striedanie väzbových bodov pri keprových tkaninách je 3 / 3.

Využitie tkanín v keprovej väzbe je veľmi časté. Sú to pevné tkaniny a medzi najznámejšie patrí denim. V keprovej väzbe zo syntetických materiálov sú vyrobené podšívky. Keprové tkaniny majú časté využitie na pracovné odevy napríklad barchet, flanel, flauš, gabardén. Častým a známym vzorom keprových tkanín je rybia kosť.

Odvoodené väzby od keprovej sú: zosilnený, viac riadkový, hrotový, križový, lomený, viacstupňový.



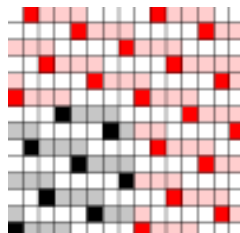
Obr. 2 Základná keprová väzba 3 / 3

### 2.1.3 Atlasová väzba

- je charakteristická lesklým vzhľadom. Podľa prevládajúcich osnovných bodov rozlišujeme atlas osnovný alebo útkový. Pri tkaní atlasu sa jednotlivé body vzájomne nedotýkajú. Sú charakteristické jemnými šikmými riadkami v oboch smeroch s rôznym uhlom stúpania. Rozmiestnenie jednotlivých bodov je podľa postupového čísla. Najmenšia väzba, v ktorej sa atlas tká je 5 / 5.

Tkaniny v atlasovej väzbe sa využívajú na šitie dámskych spoločenských šiat napr. satén, atlas, brokát. Používajú sa aj ako podšívkové tkaniny. V atlasovej väzbe sa vyrábajú aj stuhy známe ako atlasky. Využitie sú aj na posteľnú bielizeň, alebo stolné dekorácie typu ako damašok a brokát, tkané žakárovou technikou.

Odvozené väzby od atlasovej sú: nepravidelný, zmiešaný, zosilnený, tieňový a prisadzovaný.



Obr. 3 Základná atlasová väzba 5 / 5

#### 2.1.4 Väzbová technika

Je technika previazania tkanín, kde sa uplatňuje viac než 2 sústavy nití a tým sa docieli odlišný vzhľad ako pri tkanine jednoduchej.

Hlavné druhy väzbových techník sú:

- Viac útková tkanina
- Viac osnovná tkanina
- Dutinná tkanina
- Stehová tkanina (piké)
- Smyčková tkanina
- Útkový zamat
- Menčester
- Osnovný plyš
- Perlinka

#### 2.1.5 Rozdelenie tkanín

Tkaniny sú delené z rôznych hľadísk a to nie len podľa väzby, ale aj podľa druhu použitého materiálu, alebo podľa účelu použitia.

Podľa použitého materiálu tkaniny delíme na: bavlnené, ľanové a vlnené (z česaných alebo mykaných priadzí), hodvábne (z pravého alebo syntetického hodvábu), sklenené. Tkaniny sú vyrábané aj z rôznych zmesových materiálov napríklad zmesových bavlnárskych materiálov (bavlna/polyester) alebo vlnárskych materiálov (napr. vlna/viskóza/polyester).

Delenie tkanín podľa účelu použitia, na ktoré boli vyrobené:

- Oblekové, plášťové a zvrchníkové

Tkaniny pánske, dámske a detské; materiály podšívkové a vložkové

- Bielizňové tkaniny

Sú rozdelené na bielizeň osobnú a to pánsku, dámsku a detskú. Ďalším rozdelením je stolné dekoratívne tkaniny a bielizňové.

- Bytové tkaniny

Delené na podlahové krytiny (koberce), nábytkové, dekoračné tkaniny a záclony.

- Technické tkaniny

Tvoria skupinu textilných materiálov využívajúcich sa v technickom sektore ako filtre, obalové tkaniny, knižárske tkaniny, tkaniny pre obuvníctvo, tkaniny pre športovcov a na vojenské účely, tesniace a špeciálne technické tkaniny (hadice, hnacie remene a letecké plátna).

- Kravatové tkaniny a tkaniny pre módne doplnky
- Stuhý a prámiky

### **2.1.6 Výroba tkanín**

Tkaniny sa vyrábajú na tkacích strojoch v tkacích dielňach. Výrobu tkanín rozdeľujeme do troch základných častí, ktoré sa skladajú z jednotlivých operácií.

1. Príprava materiálu
2. Tkanie
3. Dokončovacie práce

### **2.1.7 Príprava osnovných nití**

Prípravu osnovy delíme do jednotlivých operácií, ktorými musí prejsť aby mala požadovanú formu (tvar). A to:

1. Súkanie na krížové cievky
2. Skanie
3. Snovanie
4. Úprava osnovy (šlichtovanie, farbenie, hľadenie voskom)
5. Navádzanie do lamiel osnovnej zarážky, brda a paprsku

### **2.1.8 Příprava útku**

Útková niť musí byť previnutá na prehadzovacie cievky pre člnkové stroje vytáče, kanety, superkopsy, alebo na krížové a raketové cievky. Priadza sa však nemusí prevíjať a môže sa použiť potáč z priadnelne ak je vo vhodnom tvare. Pri bezčlnkových strojoch sú používané cievky s krížovým návinom.

### **2.1.9 Tkanie**

Tkací proces je vytvorený zo štyroch tkacích fáz. Tento proces tkania prebieha na všetkých druhoch tkacích strojov. Pred tkaním musí byť skontrolovaný návod nití do brda a paprsku, pripravený útok a nastavené jednotlivé mechanizmy stroja.

Popis tkacieho cyklu:

Fáza 1- vytvorenie klinového priestoru pomocou brda, dochádza k vytvoreniu prešlupu

Fáza 2- zanesenie útku do klinového otvoru

Fáza 3- výmena listov, dochádza k uzatvoreniu klinového priestoru

Fáza 4- pomocou paprsku zabezpečíme príraz útku a jeho pevné zatkanie

### **2.1.10 Dokončovacie práce**

Pri tkaní je veľmi dôležitá kontrola aby boli dodržané všetky technologické parametre. Preto sa vykonáva technická kontrola. Delíme ju na kontrolu medzioperačnú, kontrolu pri tkaní a kontrolu po tkaní.

Medzioperačná kontrola je daná podnikom a riadiacimi smernicami. V smerniciach je daný rozsah, spôsob a počet kontrol pre každý druh technologickej operácie.

Kontrola pri tkaní prebieha neustále počas celého procesu tkania. Vykonáva ju kontrolór pre celú tkaciu dielňu.

Kontrola po tkaní je väčšinou vykonávaná ihneď po tkaní, aby sa prípadne dali odstrániť chyby na strojoch poškodzujúce tkaninu.

Medzi dokončovacie práce patrí aj príjemka, čistenie a meranie tkaniny. Pred prijatím na sklad sa kontroluje šírka, dostava, väzbová technika, značia sa chyby a tkaniny sa zaradia do klasifikačnej triedy. Čistením sa odstraňujú nopky a uzlíky, ktoré vznikli pri tkaní. Tkanina sa musí ohodnotiť. Kontroluje sa práca čističky a na základe toho sa tkanina zaradí do určitej akosti. Tkanina sa dodatočne meria, váži a označuje, tak aby bolo zrejme na čo je určená, alebo aké úpravy sa ešte na nej prevedú. [1] [9]



## 2.2 Mechanické vlastnosti

Mechanické vlastnosti popisujú odozvy materiálu pri mechanickom namáhaní rôznymi vonkajšími silami. Ide o sily, ktoré pôsobia na materiál v ťahu, pri tlaku, ohýbaní, alebo pri krútení a tým dochádza k deformáciám. Veľkosť deformácie je závislá na veľkosti zaťaženia, namáhania a čase. Mechanické vlastnosti sú dôležité pri ďalšom spracovaní, ale aj pri spotrebe. Najdôležitejšími mechanickými vlastnosťami sú: pevnosť a ťažnosť, odolnosť proti oderu, trvanlivosť a poddajnosť, krčivosť, zrážanlivosť a plstivosť. [5]

Mechanické namáhanie plošných textílií v hotových výrobkoch sa odohráva v oblasti malých deformácií. V praxi minimálne dochádza k prípadu takeého namáhania, že by mohlo dôjsť k porušeniu textílie. [6]

Pri spracovaní, ale aj pri nosení dochádza k namáhaniu a i k deformáciám vlákien a materiálu. Pri hodnotení kvality textilného materiálu využívame tieto merania: pevnosť v ťahu, pružnosť a deformácie v ťahu, pevnosť v ohybe, odolnosť v odere.

Mechanické vlastností popisujú ultimatívne charakteristiky.

### Ultimatívne charakteristiky:

- Pevnosť (sila do pretrhnutia)  $P$  [N]
- Napätie do pretrhnutia  $\sigma$  [Pa]
- Predĺženie do pretrhnutia  $\Delta l$  [mm]
- Ťažnosť (deformácia do pretrhnutia)  $\varepsilon$  [%]
- Relatívna pevnosť  $Fr, f$  [N/tex], [cN/dtex]
- Tržná dĺžka  $l_T$  [km], [m] [5]

Pri mechanickom namáhaní textílií dochádza k štrukturálnym zmenám. Namáhanie môže byť jednorazové, alebo viackrát opakované. Pri týchto štrukturálnych zmenách sa sleduje vzťah medzi pôsobiacou silou a deformáciou materiálu.

Podľa spôsobu namáhania sa volí jednoosové namáhanie (ťah, tlak), alebo viac osové namáhanie (točenie, ohyb). Podľa opakovania namáhania rozlišujeme prosté a cyklické namáhanie. Ak sa pri namáhaní berie ohľad na čas ide o namáhanie statické, časovo závislé a dynamické. Záleží aj na tom či ide o namáhanie do pretrhnutia (ultimatívne) alebo iba v oblastiach, kde nedochádza k pretrhnutiu vlákien. [8]

Pri hodnotení mechanických vlastností rozlišujeme: prihliadanie na štrukturálne zloženie materiálu alebo hodnotenie materiálu ako celok. V tomto prípade rozlišujeme:

- Makromechaniku
- Mikromechaniku

Makromechanika popisuje vlastnosti materiálu ako celku, neprihliada na štrukturálne zloženie.

Mikromechanika prihliada na štruktúru materiálu a predstavuje hlbší pohľad na vlastnosti.

Mechanické vlastnosti delené podľa účinku vonkajších síl:

1. Deformačné (popisujú priebeh deformácie materiálu):

- Pružné deformácie
- Viskoelastické deformácie
- Plastické deformácie

Pružné deformácie- dokonalé vratné (elastické). Pružná deformácia vyvolaná pôsobením určitého napätia vzniká okamžite a je časovo závislá. Deformujú sa valenčné uhly a medziatómové vzdialenosti. Modeluje sa Hookeovskou pružinou charakterizovanou modulom pružnosti  $E$ .

Viskoelastické deformácie- čiastočne vratné. Sú časovo oneskorené za podnetom. Modelujú sa v kombinácií pružných a plastických členov. Krivka je zložená z dvoch častí a to zaťaženej a odľahčenej. Vývoj deformácie sa sleduje v odľahčenom stave.

Plastické deformácie- dokonale nevratné.

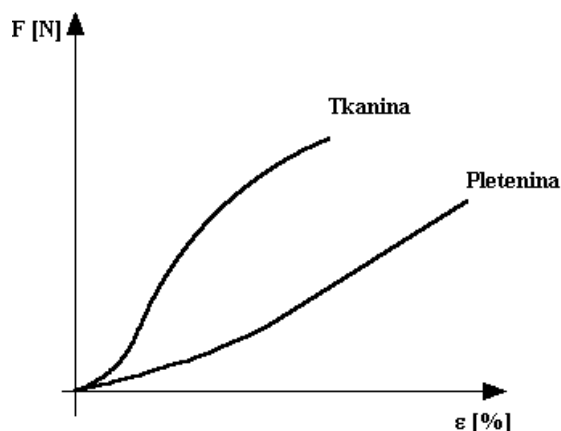
2. Deštrukčné

Deštrukčné vlastnosti popisujú mechanické porušenie materiálu. Pôsobením vonkajších síl dochádza k štrukturálnym zmenám, ktoré sa prejavujú zmenou orientácie. [12][8]

### **2.2.1 Pevnosť a ťažnosť**

Pevnosť a ťažnosť charakterizujú mechanické vlastnosti materiálu. Skúšky sa prevádzajú na rôznych meracích strojoch (dynamometroch). Pevnosť materiálu je charakterizovaná ako najväčšie napätie, ktorým sa môže pôsobiť na materiál až kým nedôjde k rozdeleniu na dve časti. Ťažnosť materiálu charakterizuje najväčšie predĺženie, ktoré materiál dosiahne pri pretrhnutí. [12]

Ťahové krivky u tkanín a pletenín majú rôzny tvar. Tkaniny sú pevnejšie a ich ťažnosť je zjavne nižšia. Ťahová krivka je preto strmšia. Naopak u pletenín je ťažnosť väčšia a pevnosť je nižšia. Ťahová krivka pleteniny sa pozvoľne stupňuje. [6]



Obr. 4 Ťahová krivka tkaniny a pleteniny

MILITKÝ vo svojej práci [8] problém rozoberá na príklade vlákna. Pôsobením stále sa zväčšujúcej sily na vlákno dochádza k predĺženiu a z týchto súradníc dostávame hodnotu, ktorú označujeme ako pevnosť a ťažnosť. Dochádza k zmene pôvodnej dĺžky vlákna z  $l_0$  a pôvodného prierezu vlákna  $S_0$  na nové hodnoty predĺženého  $l$  a zúženú hodnotu prierezu  $S$ . Na miesto absolútnej sily  $F$  [N] sa používa relatívna sila  $F_r$  [N/tex], resp. napätie  $\sigma$  [Pa].

Relatívna sila je vyjadrená ako sila [N] na jednotku jemnosti [tex]:

$$F_r = \frac{F}{T} = \frac{F}{S * \rho} [N / tex] \quad (1)$$

### 2.2.2 Napätie

Napätie  $\sigma$  je definované absolútnou silou  $F$  [N] prepočítaná na plochu prierezu vzorku  $S$  [m<sup>2</sup>]:

$$\sigma = \frac{F}{S} [Pa] \quad (2)$$

Závislosť napätia  $\sigma$  na deformácii  $\varepsilon$  pri konštantnej rýchlosti deformácie

$$\sigma = f(\varepsilon) \quad (3)$$

je delená na dve časti. Prvá je v oblasti nízkych deformácií- pseudolineárna. Správanie je popísané Hookovým zákonom:

$$\sigma = E * \varepsilon \quad (4)$$

$E$ ...počiatočný modul [MPa]

$\varepsilon$ ...deformácie [mm] [12]

### 2.2.3 Deformácie

Pri namáhaní textilného materiálu v ťahu dochádza k jeho predĺženiu, to znamená deformácií. V prípade porovnávania deformácií u rôznych druhov textilných materiálov je nutné prepočítať na relatívne jednotky, najčastejšie na [%] alebo na bezrozmerné číslo [-].

Absolútna deformácia je vyjadrená v absolútnych jednotkách  $\Delta l$  [mm]:

$$\Delta l = l - l_0 [\text{mm}] \quad (5)$$

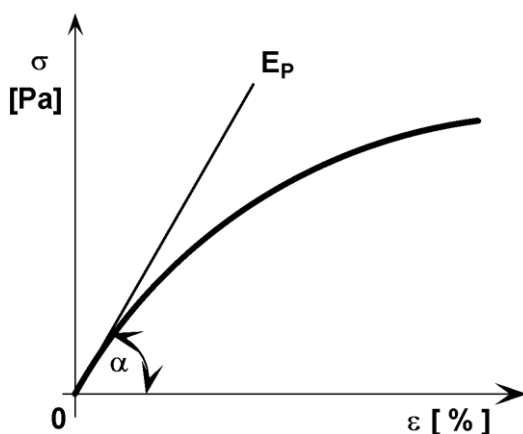
$l$ ...konečná dĺžka po natiiahnutí [mm]

$l_0$ ...upínacia dĺžka [mm]

Relatívna deformácia:

Relatívna deformácia do pretrhnutia je nazývaná ťažnosť [%]. Deformácia  $\varepsilon$  ako dôsledok pôsobenia napätia je daná pomerom predĺženia  $\Delta l$  k pôvodnej dĺžke  $l_0$ :

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot 10^2 = \frac{(l - l_0)}{l_0} \cdot 10^2 [\%] \quad (6)$$



Obr. 5 Modul pružnosti textilií

Elastická deformácia sa odohráva v oblasti malých síl, kde priebeh  $F = f(\Delta l)$ , je lineárna:

$$E_p = \frac{\sigma_p}{\varepsilon_p} = \frac{F_p * l}{S * \Delta l} [Pa] \quad (7)$$

Modul počiatočný tangentoý:

$$E_p = \frac{f_p}{\varepsilon_p} [N * tex^{-1}] \quad (8)$$

Prvá derivácia ku krivke na začiatku [4][5]:

$$E_{Tangentoý}(0) = \frac{df}{d\varepsilon} [N * tex^{-1}] \quad (9)$$

### 2.2.4 Pružnosť

Pružnosť vyjadruje v menšej či väčšej miere schopnosť textilného materiálu vrátiť sa po deformácií do pôvodného rozmeru a tvaru. Po cyklickom zaťažení a odľahčení zostáva určitá deformácia textilného materiálu trvalá. Pri novom zaťažení neprebíha proces deformácie rovnako a tak isto ani pri uvoľnení napätia sa textilný materiál nevracia rovnakou cestou.

Dokonale elastické materiály sa vracajú reverzibilne naspäť. Pri nedokonalu pružných materiáloch sa však uvoľňuje iba časť energie vlozenej do materiálu pri deformácií. Preto je krivka napätia- ťažnosti pri zaťažení odlišná od krivky napätia- ťažnosti pri uvoľnení napätia. Toto správanie vedie k objaveniu sa hysteréznej smyčky. Časť energie zostáva v textilnom materiály a spôsobuje jeho ohrievanie.

Pomerom pružného predĺženia  $l_p$  k celkovému predĺženiu  $l_c$  sa vypočíta elastická zotrvačnosť  $E_z$  textilného materiálu [2]:

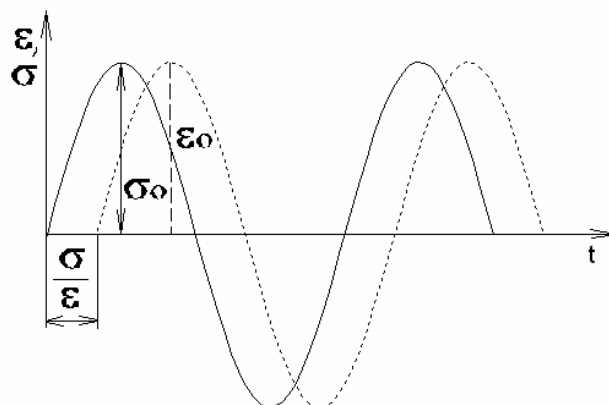
$$E_z = \frac{l_p}{l_c} \cdot 10^2 [\%] \quad (10)$$

## 2.3 Dynamické mechanické vlastnosti

Textilný materiál, ktorý je periodicky namáhaný umožňuje meranie napätia a tak isto aj deformácie. Sila, ktorá je použitá na deformáciu materiálu rastie od nuly k maximu.

Potom sa vracia k nule a rastie k maximu, ale v opačnom smere. Tieto periodické zmeny sa vyjadrujú sínusovými alebo kosínusovými kmitmi. [2]

Ak sa napätie polyméru mení cyklicky s časom, deformácia  $\varepsilon(t)$  v krátkom čase jedného cyklu nestačí sledovať zmeny napätia  $\sigma(t)$  a oneskoruje sa o stratový uhol  $\delta$ .



Obr. 6 Časový priebeh napätia a deformácie pri cyklickom namáhaní

$\sigma_0, \varepsilon_0$  - amplitudy napätia a deformácie;  $\delta$  - stratový uhol

Ak je elastický materiál podrobený časovej závislosti deformácií  $\varepsilon(t)$  je odpovedajúci napätiu  $\sigma(t)$  rovné:

$$\sigma(t) = E * \varepsilon(t) \quad (11)$$

Pri sínusovom cyklickom namáhaní použijeme vzťah:

$$\begin{aligned} \sigma(t) &= \sigma_0 \sin \omega t \\ \varepsilon(t) &= \varepsilon_0 \sin(\omega t - \delta) \end{aligned} \quad (12)$$

$\omega$  ...frekvencia oscilácie [Hz]

$\sigma_0$  ...amplituda napätia [Pa]

$\varepsilon_0$  ...deformácie [mm]

$t$  ...čas [s]

Absolútny dynamický modul  $E$  udáva amplituda napätia a deformácie:

$$\frac{\sigma_0}{\varepsilon_0} = E \quad (13)$$

Viskoelastickosť je závislá na čase, ale mechanicky dokonale vratnou zložkou deformácie. Pri charakteristike viskoelastických vlastností polymérov sa používa modul pružnosti  $E'$  a modul straty  $E''$ , ktoré tvoria reálnu a imaginárnu zložku komplexného modulu pružnosti  $E^*$ .

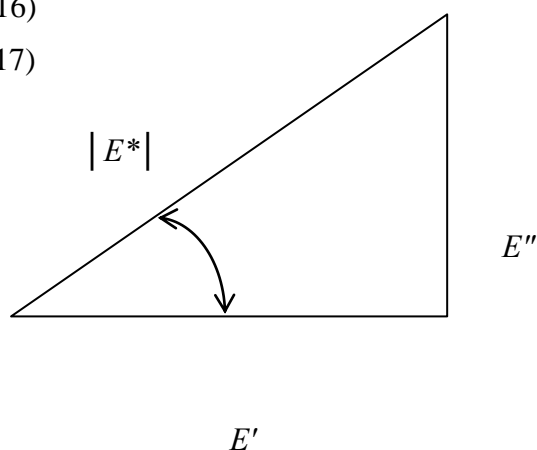
Rozkladom absolútneho dynamického modulu formulujeme vzťahy:

$$E^* = E' + iE'' \quad (14)$$

$$E = |E^*| = \sqrt{E'^2 + E''^2} \quad (15)$$

$$E' = |E^*| \cos \delta \quad (16)$$

$$E'' = |E^*| \sin \delta \quad (17)$$



Obr. 7 Komplexný modul pružnosti

$E^*$ - komplexný modul pružnosti

$E'$ - reálna zložka komplexného modulu pružnosti, ktorá vyjadruje ideálnu mieru elastického odporu polyméru proti mechanickému namáhaniu za daných podmienok. Vyjadruje mieru dodanej a odovzdanej energie v cykloch periodickej deformácie.

$E''$  - imaginárna zložka komplexného modulu pružnosti, je mierou mechanických strát. Ide o mechanickú energiu, ktorá sa premieňa počas deformačného cyklu na teplo.

Textilné vlákna nie sú dokonale elastické, deformácie sa preto spomaľujú za nepätím a to vyjadruje stratový uhol  $\delta$ . Mierou mechanických strát je pomer rozptýlenej energie a energie, ktorá bola uchovaná, stratový faktor  $\tan \delta$ :

$$\tan \delta = \frac{E''}{E'} \quad (18)$$

Určenie orientácie amorfných oblastí dynamickou metódou:

Výpočet modulu pružnosti:

$$E = C^2 \cdot \rho \quad (19)$$

$C$ ...rýchlosť zvuku

$\rho$ ... hustota

Faktory orientácie sa vypočítajú pomocou vzťahu:

$$f_\alpha = 1 - \frac{C_n^2}{C^2} \quad (20)$$

Amorfné oblasti môžeme definovať podľa nasledujúceho vzťahu:

$$f_\alpha = 1 - \frac{E'_n}{E'_T} \quad (21)$$

$E'_n$  - je dynamický modul pružnosti izotropného vlákna získaného z rýchlosti zvuku

$E'_T$  - dynamický modul pružnosti získaný v skúmanom vlákne pomocou Reovibronu pri teplote maxima absorpcie. [3]

## 2.4 Strojné zariadenie

### 2.4.1 Dynamicko- mechanická analýza

Je jedna z najcitlivejších techník, ktorá charakterizuje mechanické správanie materiálu. Úlohou je sledovať viskoelastické odozvy materiálu, ktoré sú podrobené malému oscilačnému napätiu. Dochádza k rozlišovaniu viskoelastickej odozvy materiálu na dve komponenty modulu  $E^*$ : reálna časť predstavuje elastický modul  $E'$ , imaginárna časť predstavuje útlmovú zložku  $E''$ . Toto rozlíšenie charakterizuje vzťah (14).

Toto separované meranie popisuje dva nezávislé procesy vo vnútri materiálu a to elasticitu (vratná zložka) a viskozitu (strátová zložka).

Popis stroja:

Prístroj tvoria dve rovnobežné ramená, ktoré sú uložené na špeciálnych čapoch, umiestnené blízko stredu ramena. Čapy sú vysoko presné torzné pružiny. Vzorka sa upína medzi ramená do špeciálneho držiaku, ktorý vytvára rezonančný systém. Týmto je myslená rezonančná frekvencia závislá na module a geometrii vzorku. Toto



zariadenie je umiestnené v termostatovanom prostredí, ktoré umožňuje izotermiu merania alebo meranie pri zmene teploty, najčastejšie od  $-150^{\circ}\text{C}$  až do  $500^{\circ}\text{C}$ .

Deformáciu vzorku spôsobujú dva protichodné momenty rovnakej veľkosti, ktoré pôsobia na protiľahlé konce vzorku upevneného vo svorkách.

K určeniu priebehu modulu a stratového činiteľa  $\tan \delta$  sa používajú dve metódy:

Prvá metóda: určenie modulu z amplitudy kladných a záporných polovlných síl a deformácie.

Druhá metóda: dáta sa spracujú pomocou Fourierovej transformácie a výsledkom je priebeh modulu a stratového uhlu v závislosti na teplote pre každú harmonickú zložku.

Pomocou DMA môžeme charakterizovať polymérny materiál závislosti modulu a útlmu alebo stratového uhlu v závislosti na teplote alebo čase. Týmto poskytuje základné údaje o mechanických vlastnostiach, ktoré majú priami vzťah k spracovaniu a použiteľnosti výrobku.

DMA môžeme použiť k určeniu:

- Teploty sklovitého prechodu, bod mäknutia a topenia
- Mechanických strát v materiály (charakterizuje jeho tlmiacu schopnosť)
- Tečenia metódou kripy (zmena rozmeru materiálu pri zaťažení)
- Stupeň kryštalizácie, miera orientácie, bod zasýtenia
- Dlhodobú teplotnú stabilitu (starnutie materiálu)

Štandardné deformačné metódy:

- Meranie v ťahu
- Meranie v tlaku
- Meranie v šmyku
- Jednoduchý a dvojité vetknutý nosník
- Trojbodový ohyb [11]

### **2.4.2 TIRATEST 2300**

Zaraďuje sa medzi klasické skúšobné trhacie stroje (dynamometre). Konštrukciu prístroja tvorí masívny rám. Prístroj má nastaviteľné čeľuste. Používa sa k skúmaniu mechanických vlastností. Umožňuje skúšky jednoosového namáhania v ťahu a v tlaku.

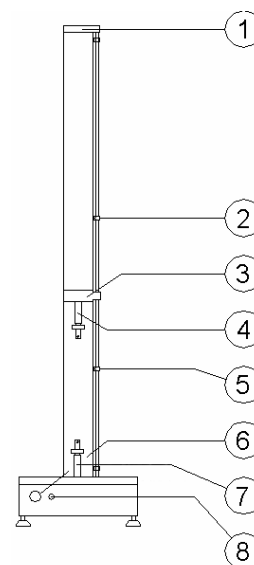
Prístroj je riadený počítačom. Počítačový program ponúka možnosť štatistického vyhodnotenia meraní. [10]

### 2.4.3 LabTest V.2.5

Zaraďuje sa medzi trhacie prístroje. LabTest V.2.5 je štandardný univerzálny elektromechanický stolný prístroj vo vertikálnom prevedení. Prístroj sa používa na statické mechanické skúšky v ťahu, tlaku, ohybe, krútení a cyklickom namáhaní vzorku alebo celého výrobku. Tento prístroj sa používa pri hodnotení kvality textilných materiálov. [7]

Legenda:

1. Rám
2. Horný doraz
3. Posuvný priečnik
4. Horná čeľusť
5. Ovládanie
6. Dolný doraz
7. Dolná čeľusť
8. Svetelná kontrolka zapnutia stroja
9. Hlavný vypínač [12]



Obr. 8 Schéma prístroja LabTest V.2.5

### 3 EXPERIMENTÁLNÁ ČASŤ

Cieľom experimentálnej časti bolo navrhnúť a previesť experiment, ktorý analyzuje dynamické vlastnosti tkanín. V experimentálnej časti boli prevedené skúšky, pri ktorých boli analyzované a porovnané dynamické vlastnosti tkanín s obsahom elastanu a bez obsahu elastanu.

Pre posúdenie a porovnanie týchto vlastností bolo potrebné poznať pevnosť, ťažnosť, odpor tkaniny voči pôsobeniu vonkajších mechanických síl, pružnosť tkaniny [%], modul pružnosti  $E$  [GPa] a stratový uhol  $Tg - \Delta$  [-].

Zisťovanie bolo prevedené na rôznych prístrojoch, ktoré sa používajú pri skúmaní mechanických vlastností.

Na dynamometri TIRATEST 2300 bola prevedená skúška v ťahu, ktorá poskytla údaje o pevnosti, ťažnosti a veľkosti odporu tkaniny voči pôsobeniu vonkajších mechanických síl.

Prístroj LabTest V.2.5 bol použitý pri skúške cyklického namáhania, z ktorého boli získané hodnoty a dopočítaná pružnosť tkaniny.

Na prístroji DMA DX04T bola prevedená skúška, pri ktorej bol vzorček tkaniny vystavený malému oscilačnému napätiu. Pomocou tohto merania bol zistený modul pružnosti  $E$  [GPa] a stratový uhol  $Tg - \Delta$  [-].

#### 3.1 Základné parametre použitých tkanín

Pred samotným prevedením skúšok a skúmaním dynamických vlastností bolo potrebné poznať základné parametre tkanín. Tieto základné parametre slúžia k priblíženiu charakteru tkaniny a boli potrebné pri nastavovaní programu prístroja, na ktorom boli skúšky prevedené.

Medzi základné parametre tkaniny, ktoré bolo potrebné poznať patrí hrúbka, plošná hmotnosť, objemová merná hmotnosť, materiálové zloženie, dostava osnovy a útku, zatkanie osnovy a útku, stupeň zatkania osnovy a útku, percento zatkania osnovy a útku, väzba tkaniny.

Tabuľka 1 Základné parametre tkanín

	<b>Tkanina A</b>	<b>Tkanina B</b>	<b>Tkanina C</b>
<b>Hrúbka [mm]</b>	0,44	0,34	0,32
<b>Plošná hmotnosť [kg.m<sup>-2</sup>]</b>	0,1999	0,1514	0,1096
<b>Objemová merná hmotnosť [kg.m<sup>-3</sup>]</b>	454,31	445,29	342,5
<b>Materiálové zloženie</b>	CO/PL	97 % PL+3 % elastan	PL
<b>Dostava osnovy [nití/0,1m]</b>	32	29	46
<b>Dostava útku [nití/0,1m]</b>	20	24	35
<b>Zatkanie osnovy [%]</b>	7	6	11
<b>Zatkanie útku [%]</b>	8	15	4
<b>Stupeň zatkania osnovy</b>	1,07	1,06	1,11
<b>Stupeň zatkania útku</b>	1,08	1,15	1,04
<b>Percento zatkania osnovy [%]</b>	6,5	5,6	9,9
<b>Percento zatkania útku [%]</b>	7,4	13,04	3,8
<b>Väzba</b>	keprová	plátňová	plátňová

### 3.2 Meranie na dynamometri TIRATEST 2300

TIRATEST 2300 bol použitý pri skúške v ťahu, v ktorej bola zisťovaná pevnosť, ťažnosť a odpor tkaniny voči pôsobeniu vonkajších síl mechanického namáhania. Pre túto skúšku boli vystrihnuté vzorky tkanín v smere osnovy a v smere útku s rozmermi 60 x 300 mm. Vzorky boli na dlhšej strane vypárané o 5 mm, z dôvodu zaistenia správneho pretrhnutia. Upínacia dĺžka vzorku bola 200 mm. Výsledný rozmer trhaného vzorku bol 50 x 200 mm.

#### 3.2.1 Postup nastavenia stroja a prevedenia skúšky

Skúška prevedená na tomto prístroji bola zaznamenaná do počítačového programu Labortech v. 3 vo forme grafov.

##### 1. Zadanie dát do programu

Do programu Labortech v. 3 boli zadané dáta o plošnej hmotnosti a hrúbke tkaniny. Rýchlosť pohybu čelustí pre túto skúšku bola nastavená na 50 [mm/min].

Tabuľka 2 Hodnoty zadané do programu Labortech v. 3

	<b>Plošná hmotnosť [kg.m<sup>-2</sup>]</b>	<b>Hrúbka tkaniny [mm]</b>
<b>Tkanina A</b>	0,1999	0,44
<b>Tkanina B</b>	0,1514	0,34
<b>Tkanina C</b>	0,1096	0,32

### 2. Nastavenie čelustí a upevnenie vzorku

Čeluste boli nastavené v základnej pozícii, vzdialené od seba 200 mm. Vzorka tkaniny bola upevnená najprv v hornej čelusti a potom v dolnej. Dbalo sa na rovnosť a mierne napnutie vzorku.

### 3. Priebeh merania

Priebeh merania bol zaznamenaný v programe Labortech v. 3 vo forme grafov (vybrané obrázky grafov v prílohe, obr. 21 až 26). Meranie pre každý typ tkaniny bolo opakované štyrikrát.

### 4. Ukončenie merania

Meranie bolo ukončené vo chvíli, keď došlo k rozdeleniu tkaniny na dve časti. Prístroj sa po pretrhnutí automaticky zastavil.

## 3.2.2 Získané hodnoty

V programe Labortech v. 3 boli štatisticky spracované hodnoty štyroch meraní. V tabuľke sú uvedené priemerné hodnoty pre každý typ tkaniny v smere osnovy a útku.

Tabuľka 3 Priemerné hodnoty vzorku A pri skúške v ťahu v smere osnovy

<b>A osnova</b>	<b>A<sub>max</sub> [mm]</b>	<b>W [J]</b>	<b>E [MPa]</b>	<b>A<sub>max</sub> [%]</b>	<b>F<sub>max</sub> [N]</b>	<b>t [sec]</b>
<b>Priemerná hodnota skúšok</b>	38,96	16,78	321,67	19,48	861,81	21,81
<b>Smerodajná odchýlka skúšok</b>	3,66	3,13	5,04	1,83	53,53	2,12
<b>Variačný koeficient skúšok</b>	9,41	18,66	1,57	9,41	6,21	9,71
<b>Minimálna hodnota skúšok</b>	35,14	13,43	316,17	17,57	801,11	19,6
<b>Maximálna hodnota skúšok</b>	42,45	19,63	326,06	21,22	902,23	23,82

Tabuľka 4 Priemerné hodnoty vzorku A pri skúške v ťahu v smere útku

<b>A útok</b>	<b>A<sub>max</sub> [mm]</b>	<b>W [J]</b>	<b>E [MPa]</b>	<b>A<sub>max</sub> [%]</b>	<b>F<sub>max</sub> [N]</b>	<b>t [sec]</b>
<b>Priemerná hodnota skúšok</b>	40,78	9,82	201,51	20,39	528,44	22,92
<b>Smerodajná odchýlka skúšok</b>	0,59	0,21	1,91	0,3	5,49	0,35
<b>Variačný koeficient skúšok</b>	1,45	2,15	0,95	1,46	1,04	1,54
<b>Minimálna hodnota skúšok</b>	40,35	9,61	199,87	20,18	520,88	22,58
<b>Maximálna hodnota skúšok</b>	41,66	10,1	204,23	20,83	532,84	23,4

Tabuľka 5 Priemerné hodnoty vzorku B pri skúške v ťahu v smere osnova

<b>B osnova</b>	<b>A<sub>max</sub> [mm]</b>	<b>W [J]</b>	<b>E [MPa]</b>	<b>A<sub>max</sub> [%]</b>	<b>F<sub>max</sub> [N]</b>	<b>t [sec]</b>
<b>Priemerná hodnota skúšok</b>	28,47	5,51	235,64	14,24	335,32	16,99
<b>Smerodajná odchýlka skúšok</b>	1,75	0,32	4,7	0,87	1,4	0,8
<b>Variačný koeficient skúšok</b>	6,15	5,90	2	6,15	0,42	4,7
<b>Minimálna hodnota skúšok</b>	27,24	5,04	231,45	13,62	333,91	16,08
<b>Maximálna hodnota skúšok</b>	30,97	5,74	242,37	15,48	336,84	18

Tabuľka 6 Priemerné hodnoty vzorku B pri skúške v ťahu v smere útku

<b>B útok</b>	<b>A<sub>max</sub> [mm]</b>	<b>W [J]</b>	<b>E [MPa]</b>	<b>A<sub>max</sub> [%]</b>	<b>F<sub>max</sub> [N]</b>	<b>t [sec]</b>
<b>Priemerná hodnota skúšok</b>	47,94	3,1	105,05	23,97	219,02	26,73
<b>Smerodajná odchýlka skúšok</b>	1,41	0,18	1,97	0,71	2,89	0,8
<b>Variačný koeficient skúšok</b>	2,95	5,85	1,87	2,95	1,32	2,99
<b>Minimálne hodnoty skúšok</b>	46,82	2,91	102,95	23,41	216,36	26,08
<b>Maximálne hodnoty skúšok</b>	49,99	3,29	107,55	25	222,53	27,88

Tabuľka 7 Priemerné hodnoty vzorku C pri skúške v ťahu v smere osnova

<b>C osnova</b>	<b>A<sub>max</sub> [mm]</b>	<b>W [J]</b>	<b>E [MPa]</b>	<b>A<sub>max</sub> [%]</b>	<b>F<sub>max</sub> [N]</b>	<b>t [sec]</b>
<b>Priemerná hodnota skúšok</b>	121,40	39,63	82,02	60,7	689,07	67,55
<b>Smerodajná odchýlka skúšok</b>	5,60	3,21	4,71	2,8	20,83	3
<b>Variačný koeficient skúšok</b>	4,61	8,087	5,74	4,61	3,02	4,44
<b>Minimálna hodnota skúšok</b>	115,98	37,39	78,63	57,99	670,06	64,56

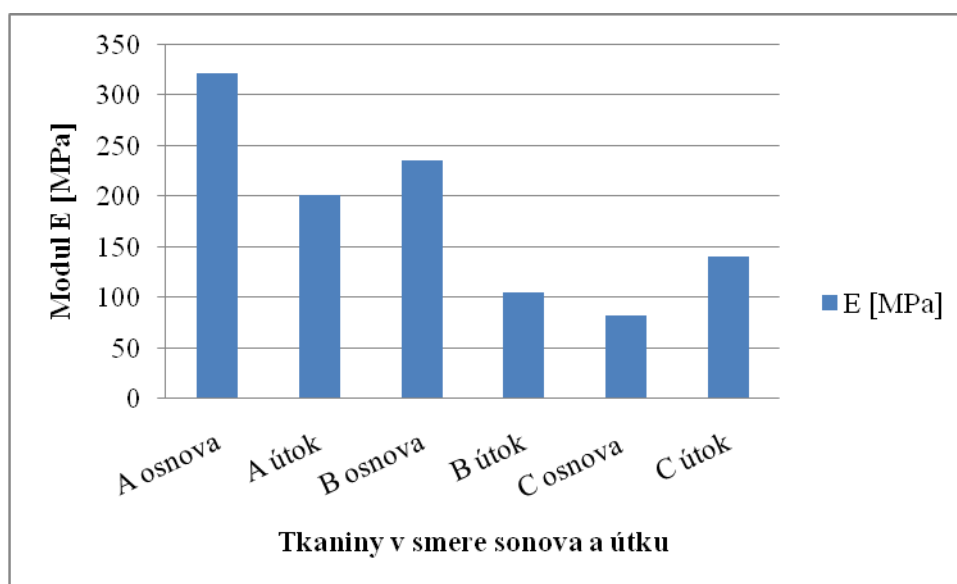
<b>Maximálna hodnota skúšok</b>	129,16	44,33	88,99	64,58	717,19	71,68
---------------------------------	--------	-------	-------	-------	--------	-------

Tabuľka 8 Priemerné hodnoty vzorku C pri skúške v ťahu v smere útku

<b>C útok</b>	<b>A<sub>max</sub> [mm]</b>	<b>W [J]</b>	<b>E [MPa]</b>	<b>A<sub>max</sub> [%]</b>	<b>F<sub>max</sub> [N]</b>	<b>t [sec]</b>
<b>Priemerná hodnota skúšok</b>	79,99	42,08	141,19	40	952,96	45,68
<b>Smerodajná odchýlka skúšok</b>	1,29	1,56	2,9	0,65	14,1	0,98
<b>Variačný koeficient skúšok</b>	1,62	3,7	2,05	1,62	1,48	2,15
<b>Minimálna hodnota skúšok</b>	78,70	40,32	138,96	39,35	942,18	44,62
<b>Maximálna hodnota skúšok</b>	81,50	44,11	145,44	40,75	973,35	46,96

Z nameraných hodnôt bola zistená pevnosť tkaniny. Najväčšiu pevnosť z porovnávaných tkanín dosahuje tkanina C. Najmenšiu pevnosť má tkanina B. Tkanina C ma zároveň najvyššiu ťažnosť. Ťažnosť tkaniny A a B je nižšia.

Nasledovne z hodnôt získaných z tabuľky bol zostrojený graf, ktorý zobrazuje veľkosť odporu tkaniny voči pôsobeniu vonkajších síl mechanického namáhania. V grafe sú porovnané moduly  $E$  [MPa] vyjadrujúce veľkosť odporu tkaniny A, B a C v smere osnova a útku.



Obr. 9 Graf veľkosti odporu tkanín voči pôsobeniu vonkajších síl pri mechanickom namáhaní

Graf na obr. 9 porovnáva veľkosť odporu tkanín voči pôsobeniu vonkajších mechanických síl. Najvyššiu hodnotu dosahuje tkanina A v smere osnova 321,67

[MPa]. Najnižšiu hodnotu odporu voči pôsobeniu týchto síl má tkanina C v smere útku 82,02 [MPa]

### **3.3 Cyklické namáhanie na prístroji LabTest V.2.5**

Na stolnom prístroji LabTest V.2.5 bolo prevedené cyklické namáhanie vzorku tkaniny, ktoré slúžilo k zisteniu pružnosti. Pre skúšku cyklického namáhania boli vystrihnuté vzorky v smere osnovy a útku s rozmermi 10 x 300 mm. Dlhšie strany vzoru tkaniny boli vypárané na konečnú šírku 5 mm. Upínacia dĺžka vzorku bola 200 mm. Výsledný rozmer cyklicky namáhaného vzorku tkaniny bol 5 x 200 mm.

#### **3.3.1 Postup nastavenia stroja a prevedenia skúšky**

Priebeh merania na prístroji LabTest V.2.5 bol zaznamenaný v počítačovom programe Labortech v. 3 vo forme grafov.

##### 1. Zadanie dát do programu

Do programu Labortech v. 3 bola zadaná horná a dolná hranica, v ktorej prebiehalo cyklické namáhanie tkanín. Horná hranica namáhania bola 1 N a dolná hranica namáhania bola 0 N. Počet zadaných cyklov, ktoré mali prebehnúť v jednej skúške bolo 10. Do programu bola zadaná hrúbka tkaniny: pre tkaninu A 0,44 mm; pre tkaninu B 0,34 mm a pre tkaninu C 0,32 mm.

##### 2. Nastavenie čelústí a upevnenie vzorku

Čeluste boli nastavené v základnej polohe, to znamená vo vzdialenosti 200 mm. Vzorka tkaniny bola upevnená najprv v hornej čelusti a potom v dolnej. Pri upínaní vzorku sa dbalo na rovnosť a mierne napnutie vzorku.

##### 3. Priebeh cyklického namáhania

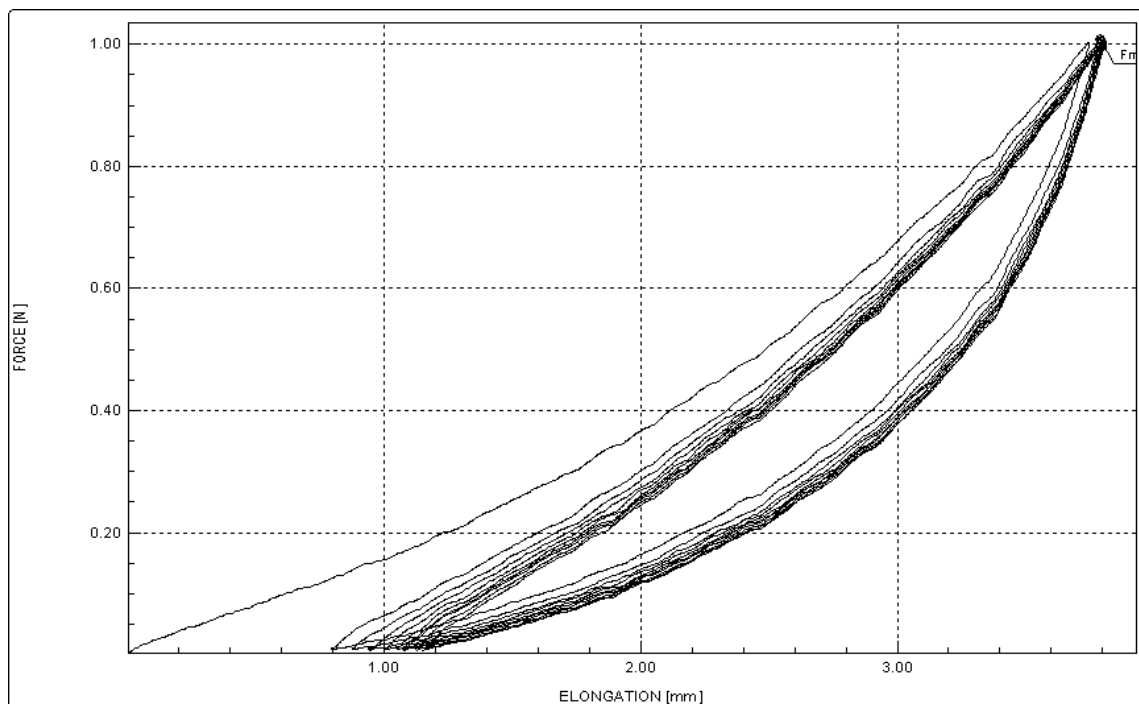
Namáhanie vzorku tkaniny bolo zaznamenané v programe Labortech v. 3 vo forme grafov (obrázky grafov v smere útku v prílohe, obr. 27 až 28). Meranie prebehlo v 10 cykloch. Pri každom type tkaniny bolo cyklické namáhanie opakované trikrát.

##### 4. Ukončenie cyklického namáhania

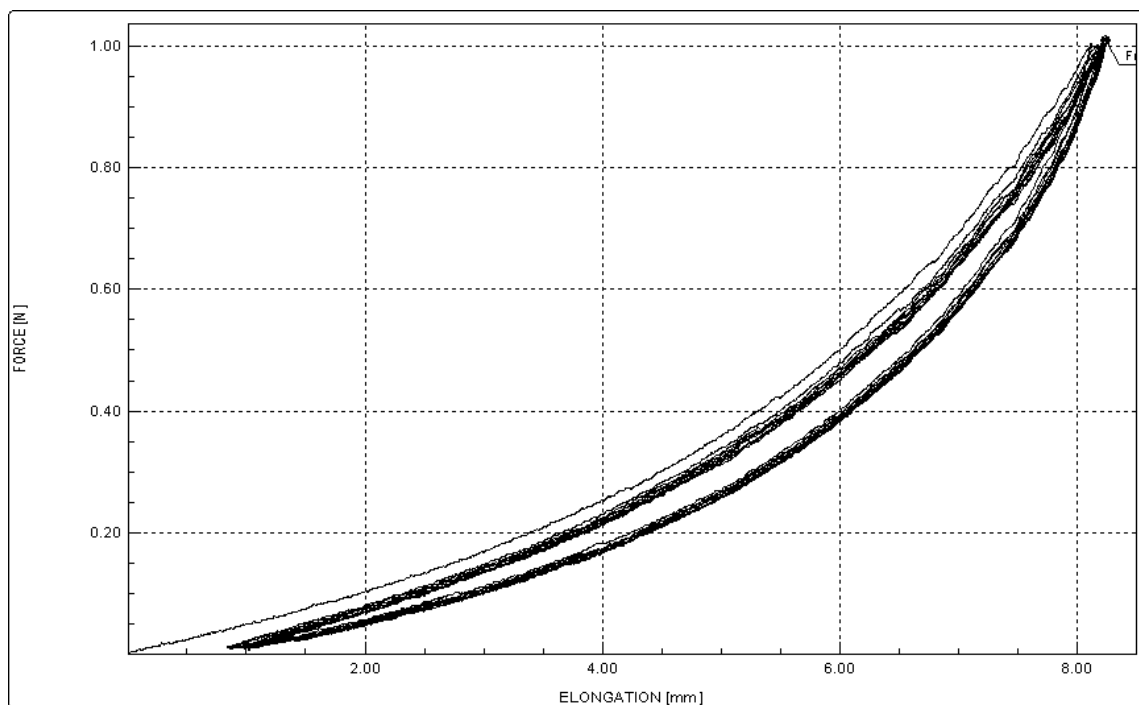
Namáhanie sa ukončilo samo, bez zásahu po 10 cykloch.



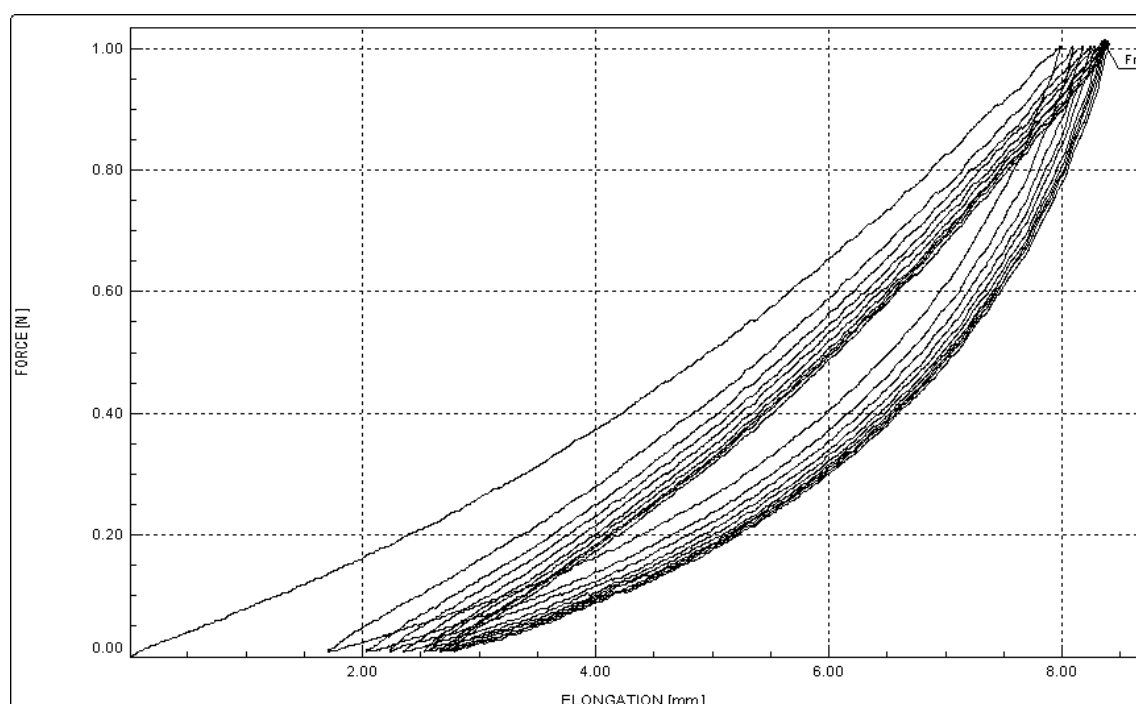
Pre ukážku boli vybrané grafy na obr. 10, 11, 12, v ktorých je zachytený priebeh cyklického namáhania vzorkou tkanín A, B a C v smere osnovy.



Obr. 10 Cyklické namáhanie tkaniny A v smere osnovy



Obr. 11 Cyklické namáhanie tkaniny B v smere osnovy



Obr. 12 Cyklické namáhanie tkaniny C v smere osnovy

### 3.3.2 Získané hodnoty

Z troch prevedených meraní boli zistené hodnoty vyčítané z grafov. Z týchto hodnôt bol vypočítaný priemer. Priemerné hodnoty sú pre prehľadnosť uvedené v tabuľkách. Tieto hodnoty boli použité pri výpočte elastickej zotrvačnosti (stupňa pružnosti).

Prvý cyklus vyjadruje hodnoty prvého cyklického namáhania vzorku tkaniny, kde horné hodnoty sú hodnoty celkového predĺženia pri sile 1 [N] a dolné hodnoty sú hodnoty pri sile 0 [N]. Desiaty cyklus vyjadruje hodnotou posledného cyklu namáhania.

Tabuľka 9 Priemerné hodnoty cyklického namáhania tkaniny A

<b>Osnova</b>		
	<b>Prvý cyklus</b>	<b>Desiaty cyklus</b>
<b>Horné hodnoty pri 1[N]</b>	3,136 mm	3,221 mm
<b>Dolné hodnoty pri 0 [N]</b>	0,638 mm	0,975 mm
<b>Útok</b>		
<b>Horné hodnoty pri 1[N]</b>	7,667 mm	7,62 mm
<b>Dolné hodnoty pri 0 [N]</b>	1,137 mm	1,137 mm

Tabuľka 10 Priemerné hodnoty cyklického namáhania tkaniny B

<b>Osnova</b>		
	<b>Prvý cyklus</b>	<b>Desiaty cyklus</b>
<b>Horné hodnoty pri 1 [N]</b>	7,898 mm	8,023 mm
<b>Dolné hodnoty pri 0 [N]</b>	0,897 mm	1,135 mm
<b>Útok</b>		
<b>Horné hodnoty pri 1 [N]</b>	23,986 mm	24, 427 mm
<b>Dolné hodnoty pri 0 [N]</b>	2,469 mm	3,567 mm

Tabuľka 11 Priemerné hodnoty cyklického namáhania tkaniny C

<b>Osnova</b>		
	<b>Prvý cyklus</b>	<b>Desiaty cyklus</b>
<b>Horné hodnoty pri 1[N]</b>	8,027 mm	8,499 mm
<b>Dolné hodnoty pri 0 [N]</b>	1,705 mm	2,763 mm
<b>Útok</b>		
<b>Horné hodnoty pri 1[N]</b>	2,119 mm	2,217 mm
<b>Dolné hodnoty pri 0 [N]</b>	0,332 mm	0,557mm

Tabuľka 12 Hodnoty elastického predĺženia tkanín A, B, C [mm]

	<b>Prvý cyklus</b>	<b>Desiaty cyklus</b>
<b>Tkaniny A osnova</b>	2,498	2,246
<b>Tkaniny A útok</b>	6,53	6,483
<b>Tkaniny B osnova</b>	7,001	6,888
<b>Tkaniny B útok</b>	21,517	20,86
<b>Tkaniny C osnova</b>	6,322	5,736
<b>Tkaniny C útok</b>	1,787	1,66

Elastická zotrvačnosť (stupeň pružnosti) tkanín bola dopočítaná podľa vzťahu:

$$E_z = \frac{l_p}{l_c} \cdot 10^2$$

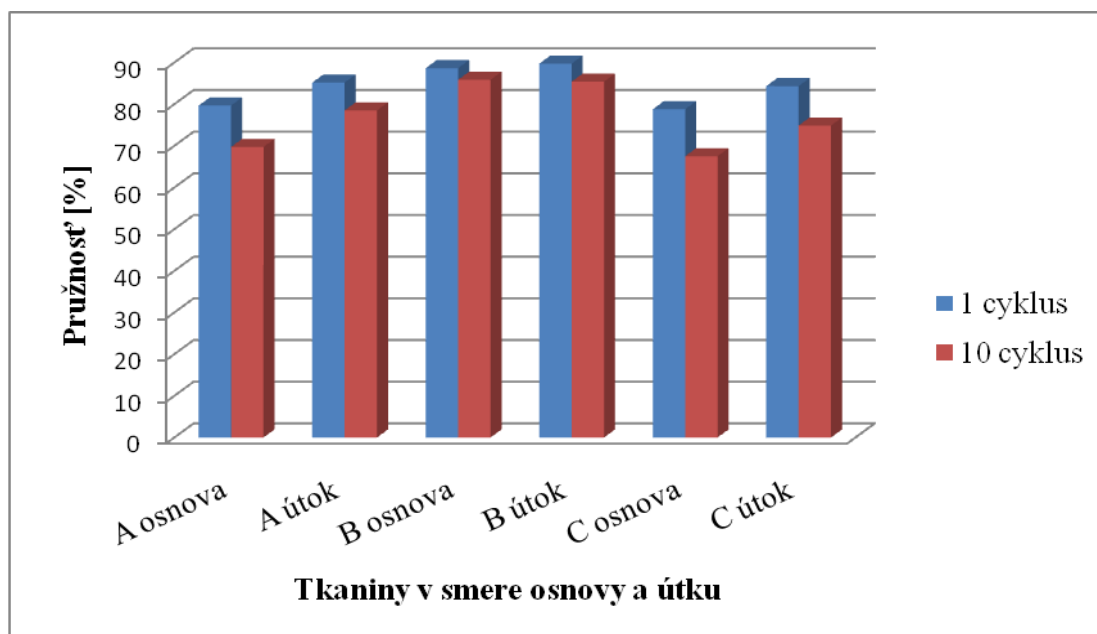
$E_z$  ...elastická zotrvačnosť [%]

$l_c$  ...predĺženie celkové [mm]

$l_p$  ...predĺženie elastické [mm]

Tabuľka 13 Pružnosť tkanín [%]

	A osnova	A útok	B osnova	B útok	C osnova	C útok
<b>1 cyklus</b>	79,66 %	85,17 %	88,64 %	89,71 %	78,76 %	84,33 %
<b>10 cyklus</b>	69,73 %	78,5 %	85,85 %	85,4 %	67,5 %	74,87 %



Obr. 13 Graf pružnosti tkanín

Graf na obr. 13 porovnáva pružnosti tkanín. Z grafu je zjavné, že pružnosť tkaniny B v smere osnove a v smere útku je väčšia než u ostatných typov tkanín. Pri prvom cykle namáhania sa hodnoty približovali k 90 % v smere osnove i útku. Pri desiatom cykle namáhania sa hodnoty pružnosti tkaniny pohybovali okolo 85 %.

Tkanina A dosahuje pružnosť pri prvom cykle namáhania v smere osnove 79,66 % a v smere útku 85,17 %. Pri desiatom cykle namáhania tkanina A dosahuje hodnotu v smere osnove 69,73 % a v smere útku 78,5 %. Najmenšie hodnoty pružnosti v smere osnove a útku sú u tkaniny C. Pri prvom cykle namáhania v smere osnove je pružnosť tkaniny 78,76 % a pri desiatom cykle je hodnota pružnosti tkaniny 67,5 %. V smere útku pri prvom cykle je hodnota pružnosti 84,33 % a pri desiatom cykle 74,87 %.

### 3.4 Dynamicko- mechanická analýza

Pri meraní na tomto prístroji sme vychádzali z princípu DMA, ktorý spočíva v mechanickom namáhaní vzorku silou (napätím) a meraním jeho deformačnej odozvy.

Z merania boli získané údaje o priebehu napätia a deformácií a z týchto údajov bol zistený modul pružnosti a stratový uhol na čase, frekvencia pôsobiacych síl, veľkosť deformácií a iné. Z týchto priebehov potom určujeme charakteristické vlastnosti tkanín. Pri tejto skúške boli použité vzorky tkanín strihané v smere osnovy a útku s rozmermi 10 x 30 mm. Dlhšie strany vzorku boli z oboch strán vypárané na konečnú šírku 5 mm. Upínacia dĺžka vzorku bola 20 mm. Výsledný rozmer namáhaného vzorku bol 5 x 20 mm.

### **3.4.1 Postup nastavenia prístroja a prevedenia skúšky**

Skúšky na prístroji DMA DX04T boli prevedené pri dvoch frekvenciách. Priebeh skúšok bol zaznamenaný v počítačovom programe DMA Grapher vo forme grafov.

#### **1. Základné parametre**

Pri meraní všetkých troch typov tkanín bol zvolený sínusový priebeh deformácií. Príslušné deformácie boli nastavené v zhode s nainštalovanými meracími prvkami v ťahu. Toto nastavenie ovplyvňuje veľkosť maximálnych a minimálnych deformácií. Rýchlosť snímania bola zvolená pre bežné meranie 2048 na jednu dvojperiódu. Priebeh merania bol v konštantných deformáciách. Pre meranie bola zvolená maximálna možná testovacia sila 100 mN.

#### **2. Nastavenie meracieho modu**

Meranie bolo nastavené pre jednu frekvenciu, to znamená s jednou veľkosťou amplitudy deformácie a bez teplotného programu. Toto nastavenie bolo použité pri frekvenciách 10 mHz a 1 Hz.

Meranie pri konštantnej deformácii vyžaduje zadanie maximálnej a minimálnej hodnoty požadovanej deformácie. Pri oboch frekvenciách bola maximálna deformácia - 0,050 mm a minimálna deformácia - 1,500 mm. Deformačný limit bol 10 000 mN.

#### **3. Vkladanie vzorku**

Čelúste boli nastavené v základnej pozícii, to znamená vo vzdialenosti 20 mm. Nasledovne bolo vynulované predpätie vzorku a potom bol upevnený vzorček do čelústí. Vzorček bol upevnený najprv do spodnej a potom do hornej čelúste. Pri upevňovaní vzorku bolo potrebné dávať pozor na to, aby bol rovno a nebol prehnutý. Po

upevnení vzorku bolo spustené nové čítanie aktuálnych hodnôt predpätia vzorku. Približné predpätie vzorku deformácií bolo - 0,170 mm a sila - 120,0 mN.

#### 4. Základné parametre vzorku

Pri tomto nastavení programu bola zadaná hrúbka tkaniny a dĺžka vzorku. U tkaniny A bola hrúbka 0,44 mm; u tkaniny B 0,34 mm a u tkaniny C 0,32 mm. Dĺžka vzorku 20 mm.

#### 5. Teplotný program

Cieľová teplota pri meraní bola 35° C. Rýchlosť ohrievania bola 3.0° C/min.

#### 6. Priebeh merania

Priebeh merania bol zaznamenaný v programe DMA Grapher. Približná doba meranie pri oboch frekvenciách 10 mHz a 1 Hz bola dve hodiny ak nedošlo k automatickému vypnutiu a zastaveniu merania skôr.

Tabuľka 14 Zvolený merací program pri meraní na DMA DX04T

<b>Merací program pre tkaninu A,B a C pri frekvenciách 10 mHz a 1 Hz</b>	
<b>Priebeh sily</b>	Sine
<b>Deformačný mod</b>	Ťah
<b>Spôsob vkladania síl</b>	Meranie s konštantnou deformáciou
<b>Merací mod</b>	Predbežná skúška
<b>Amplituda sily</b>	Max: -0,050 mm Min: -0,150 mm
<b>Časové rozlíšenie</b>	2048 pre dvoj periódu
<b>Deformačné limit</b>	10 000 mN
<b>Frekvencia</b>	10 mHz; 1 Hz
<b>Teplota</b>	35° C



Obr. 14 Vzorka tkaniny po namáhaní

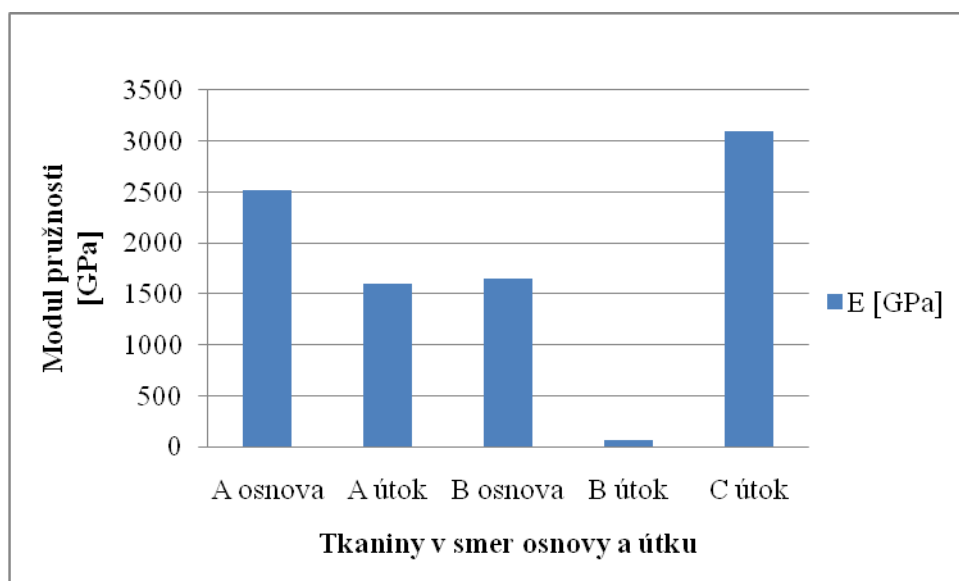
### 3.4.2 Získané hodnoty

Priebeh merania na prístroji DMA DX04T bol zaznamenaný v programe DMA Grapher vo forme grafov. Priebeh merania bol kontrolovaný prostredníctvom grafu XT- Scope mode, ktorý zobrazuje dvojperiódu priebehu sily a deformácie v čase (obrázky grafov v prílohe, obr. 30 až 41).

Na vyhodnocovanie dát bol použitý graf Data evaluation FFT E- delta (obrázky grafov v prílohe, obr. 42 až 52), ktorý zobrazuje závislosť modulu pružnosti  $E$  [GPa] a tangentového stratového uhlu  $Tg\ Delta$  [-] na čase, ktorý je vypočítaný pomocou FFT (Fast Faurier Transform).

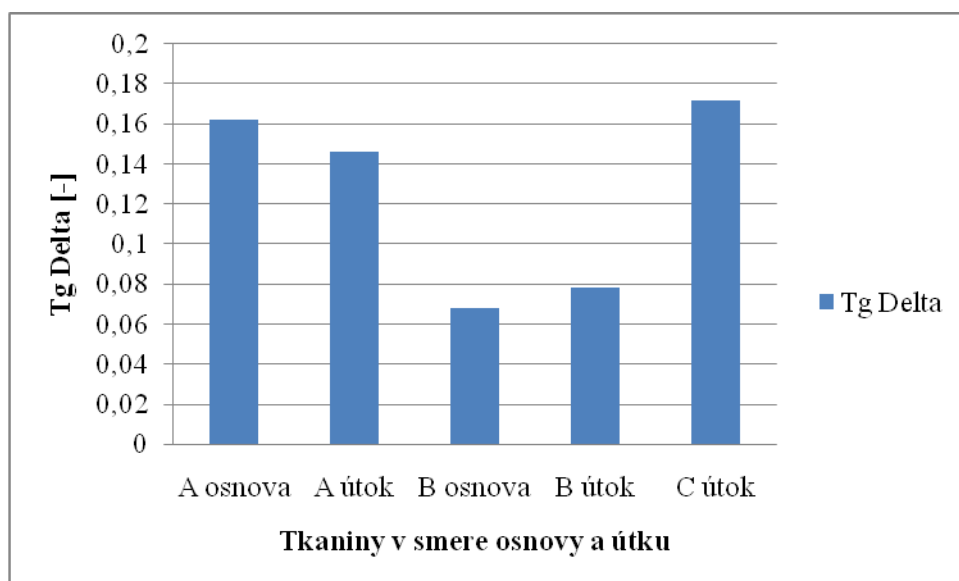
Tabuľka 15 Modul pružnosti a tangentový stratový uhol pri frekvencii 10 mHz

Meranie pri frekvencií 10 mHz				
	E [GPa]		Tg Delta [-]	
	Čas [min]	E[GPa]	Čas [min]	Tg Delta [-]
<b>Tkanina A osnova</b>	51,67	2519,21	60,54	0,162
<b>Tkanina A útok</b>	34,67	1594,68	57,44	0,146
<b>Tkanina B osnova</b>	40,97	1646,01	37,18	0,068
<b>Tkanina B útok</b>	39,51	61,67	51,16	0,078
<b>Tkanina C útok</b>	37,08	3091,48	34,01	0,172



Obr. 15 Graf modulov pružnosti tkanín pri frekvencii 10 mHz

Graf na obr. 15 zobrazuje moduly pružnosti  $E$  [GPa] namerané pri frekvencii 10 mHz. V grafe je vidieť, že najvyššiu hodnotu modulu pružnosti vykazuje tkanina C v smere útku 3091,48 [GPa] a naopak najnižšiu hodnotu vykazuje tkanina B v smere útku 61,67 [GPa]. Tkanná C v smere osnova bola podrobená opakovaným skúškam ale aj napriek tomu neboli namerané žiadne hodnoty. Modul pružnosti tkaniny C v smere osnova nebolo možné namerať z dôvodu nastavenia obvyklej deformácie, ako pri ostatných skúškach. Táto deformácia nevykázala ale žiadnú silu.



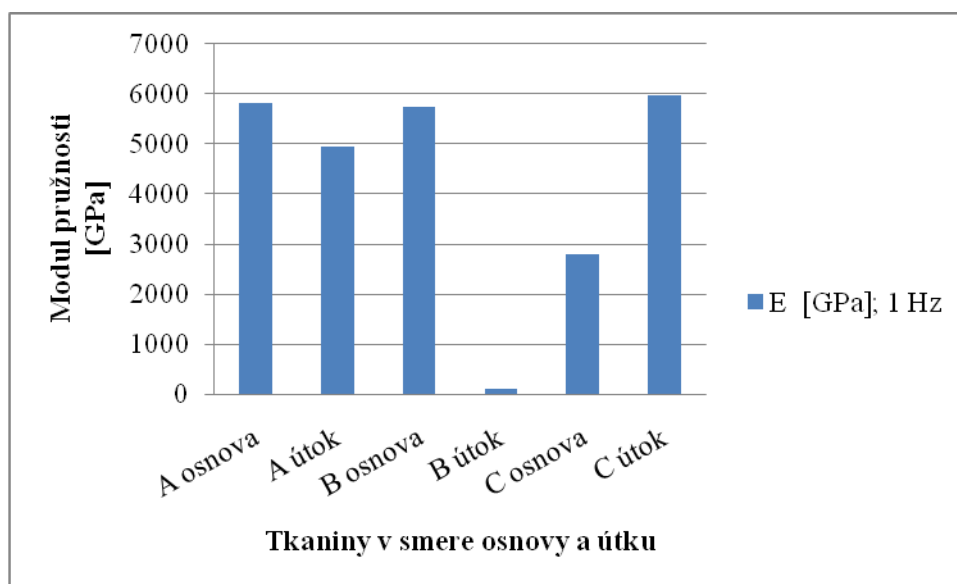
Obr. 16 Graf tangentových stratových uhlov tkanín pri frekvencii 10 mHz



Graf na obr. 16 zobrazuje hodnoty Tg Delta [-]. Tak ako v predchádzajúcom grafe aj v tomto vidíme, že najvyššiu hodnotu dosahuje tkanina C v smere útku 0,172 a naopak najnižšiu hodnotu vykazuje opäť tkanina B ale v tomto prípade v smere osnovy 0,068.

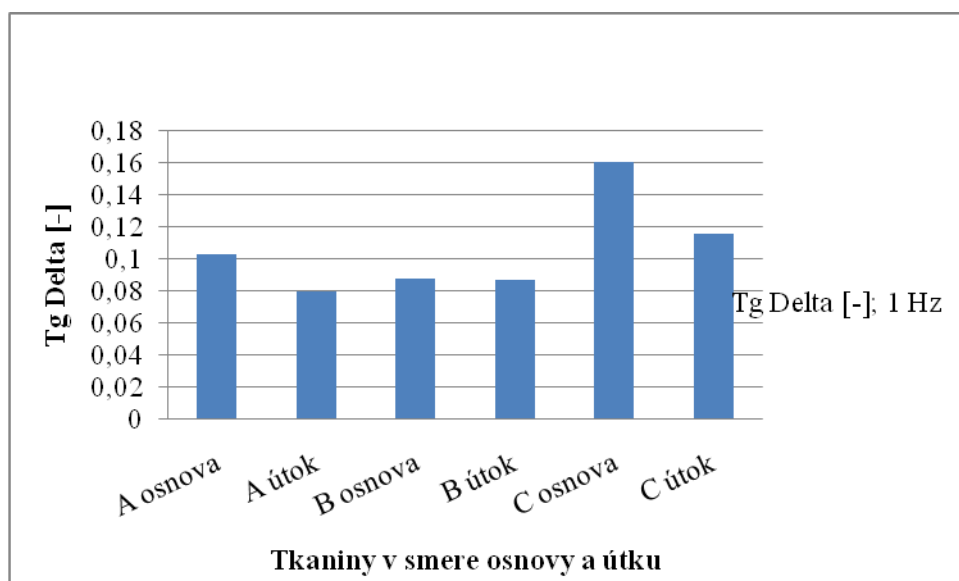
Tabuľka 16 Modul pružnosti a tangentový stratový uhol pri frekvencii 1 Hz

Meranie pri frekvencií 1 Hz				
	E[GPa]		Tg Delta [-]	
	Čas [min]	E[GPa]	Čas [min]	Tg Delta [-]
<b>Tkanina A osnova</b>	9,62	5823,29	11,43	0,103
<b>Tkanina A útok</b>	6,26	4939,82	5,56	0,080
<b>Tkanina B osnova</b>	3,43	5734,24	2,27	0,088
<b>Tkanina B útok</b>	10,40	101,58	1,95	0,087
<b>Tkanina C osnova</b>	2,76	2793,43	2,06	0,161
<b>Tkanina C útok</b>	1,89	5973,49	2,54	0,116



Obr. 17 Graf modulov pružnosti tkanín pri frekvencii 1 Hz

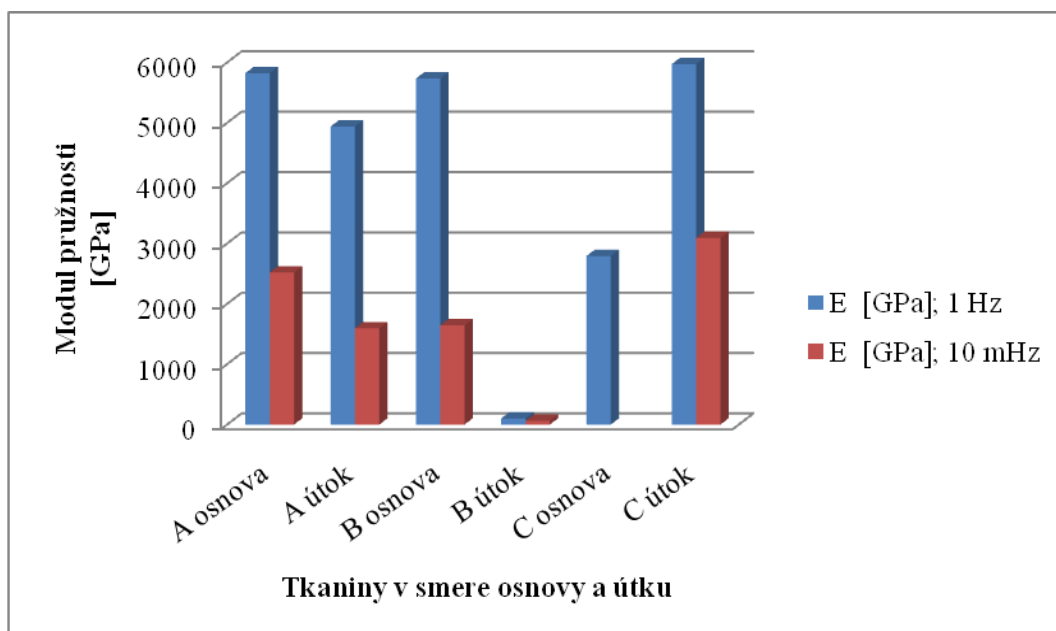
Graf na obr. 17 zobrazuje hodnoty modulu pružnosti  $E$  [GPa] pri frekvencii 1 Hz. V grafe vidíme, že najvyššiu hodnotu modulu pružnosti vykazuje tkanina C v smere útku 5973, 49 [GPa] a najnižšiu hodnotu dosahuje tkanina B v smere útku 101, 59 [GPa].



Obr. 18 Graf tangentových stratových uhlov tkanín pri frekvencii 1 Hz

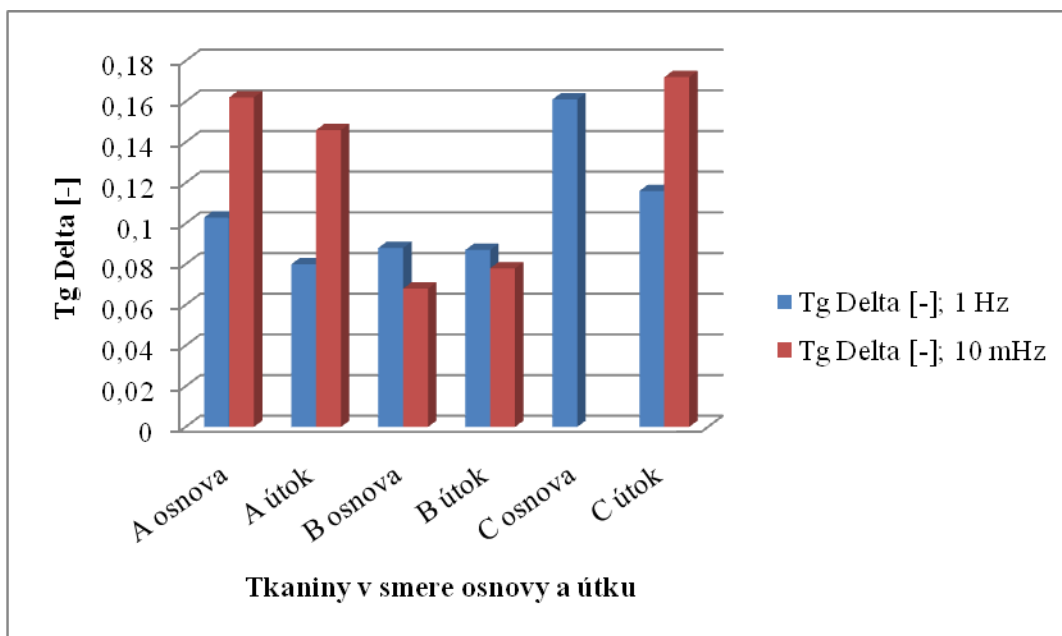
Graf na obr. 18 porovnáva hodnoty Tg Delta[-], ktoré boli namerané pri frekvencii 1 Hz. Najvyššiu hodnotu v tomto grafe má tkanina C v smere osnovy 0,161. Naopak najnižšiu hodnotu vykazuje tkanina A v smere útku 0,080.

Bolo prevedené aj porovnanie modulov pružnosti a strátových uhlov frekvencii 10 mHz a 1 Hz. Tým bol porovnaný vplyv zmeny frekvencie na modul pružnosti a strátový uhol.



Obr. 19 Graf porovnávajúci moduly pružnosti tkanín frekvencii 1 Hz a 10 mHz

Graf na obr. 19 porovnáva hodnoty modulu pružnosti pri frekvencii 1 Hz a pri frekvencii 10 mHz. V grafe je vidieť, že hodnoty frkvencie 1 Hz sú vyššie než pri frekvencii 10 mHz. Porovnané grafy vyjadrujú rovnaké výsledky. V oboch prípadoch dosahuje tkanina C v smere útku najvyššie hodnoty modulu pružnosti a tkanina B v smere útku najnižšie.



Obr. 20 Graf porovnávajúci tangentové stratové uhly frekvencii 1 Hz a 10 mHz

Graf na obr. 20 porovnáva strátové uhly Tg Delta [-] pri frekvencii 1 Hz a 10 mHz. Pri frekvencii 10 mHz sú hodnoty tkanín A a C v oboch smeroch vyššie než pri frekvencii 1 Hz. Naopak u tkaniny B v oboch smeroch je strátový uhol pri frekvencii 1 Hz vyšší než pri frekvencii 10 mHz.

## 4 DISKUSIA VÝSLEDKOV

V experimentálnej časti boli prevedené skúšky, pri ktorých boli zistené a porovnané dynamické vlastnosti tkanín. Experiment bol prevedený na troch tkaninách. Tkanina „A“ v keprovej väzbe bez obsahu elastanu, tkanina „B“ vo väzbe plátnovej s obsahom elastanu a tkanina „C“ vo väzbe plátnovej bez obsahu elastanu. Porovnávaná bola pevnosť, ťažnosť a odpor tkanín voči pôsobeniu vonkajších síl pri mechanickom namáhaní, pružnosť, moduly pružnosti a stratové uhly.

K zisteniu týchto hodnôt bol použitý dynamometer TIRATEST 2300, LabTest V.2.5 a DMA DX04T.

### 4.1 Výsledky merania na dynamometri TIRATEST 2300

Skúškou na tomto prístroji bola zistená pevnosť tkaniny. Najvyššiu pevnosť dosahuje tkanina „C“, pri ktorej bola maximálna sila do pretrhnutia v smere útku 952,95 N a v smere osnovy 689,07 N. Najnižšiu silu bolo potrebné vynaložiť pri pretrhnutí tkaniny „B“ v smere útku 219,02 N a v smere osnovy 335,32 N. Pri tkanine „A“ bola maximálna sila pri pretrhnutí v smere osnovy 861,81 N a v smere útku 528,44 N. Ťažnosť tkaniny „C“ bola vyššia než ťažnosť tkaniny „A“ a „B“.

Z merania boli zistené hodnoty modulu  $E$  [MPa], ktoré vyjadrujú veľkosť odporu tkaniny voči pôsobeniu vonkajších síl pri mechanickom namáhaní. Tkanina „A“ v smere osnovy dosahuje najvyššiu hodnotu 321,67 MPa. Najnižšiu hodnotu má tkanina „C“ v smere útku 82,02 MPa.

### 4.2 Výsledky merania na prístroji LabTest V.2.5

Skúškou na tomto prístroji bola zistená pružnosť tkaniny. Tkanina „B“ dosahuje najvyššiu pružnosť ako v smere útku tak v smere osnovy. Jej hodnoty sa pri prvom cykle namáhania sú v smere osnovy 88,64 % a v smere útku 89,71 %. V desiatom cykle namáhania sú hodnoty pružnosti v smere osnovy 85,85 % a v smere útku 85,4 %.

Tkanina „C“ dosahuje najnižšie hodnoty pružnosti. Pri prvom cykle namáhania sú hodnoty pružnosti v smere osnovy 78,76 % a v smere útku 84,33 %. Pri desiatom cykle namáhania v smere osnovy 67,5 % a v smere útku 74,87 %. Tkanina „A“ dosahuje

hodnoty pružnosti pri prvom cykle namáhania v smere osnovy 79,66 % a v smere útku 85,17 %. Pri desiatom cykle namáhania je pružnosť v smere osnovy 69,73 % a v smere útku 78,5 %.

### 4.3 Výsledky dynamicko- mechanickej analýzy

Pomocou prístroja DMA DX04T bol zistený modul pružnosti  $E$  [GPa] a stratový uhol  $Tg$  Delta [-]. Následne boli zistené hodnoty porovnané. Meranie bolo prevedené pri dvoch frekvenciách v oboch smeroch tkaniny.

Pri frekvencii 10 mHz bol zistený najvyšší modul pružnosti u tkaniny „C“ v smere útku 3091,48 [GPa]. Najnižší modul pružnosti u týchto tkanín mala tkanina „B“ v smere útku 61,67 [GPa]. Pri frekvencii 10 mHz boli zistené a porovnané stratové uhly. Najvyššiu hodnotu aj v tomto prípade má tkanina „C“ v smere útku 0,172. Najnižšiu hodnotu stratového uhlu má tkanina „B“ v smere osnovy 0,068.

Pri frekvencii 1 Hz dosahovala najvyšší modul pružnosti tkanina „C“ v smere útku 5973,49 [GPa] a najnižší modul pružnosti tkanina „B“ v smere útku 101,58 [GPa]. Stratový uhol pri frekvencii 1 Hz bol najvyšší u tkaniny „C“ 0,116 [-] v smere osnovy a najnižší u tkaniny „A“ v smere útku 0,080 [-].

Moduly pružnosti frekvencii 1 Hz a 10 mHz boli porovnané. Pri porovnaní bolo zistené, že moduly pružnosti pri frekvencii 1 Hz sú vyššie než pri frekvencii 10 mHz.

Porovnanie stratového uhlu poskytlo informácie o tom, že pri frekvencii 1 Hz dosahuje vyššie hodnoty tkanina „B“. U tkanín „A“ a „C“ bol stratový uhol pri frekvencii 1 Hz nižší.

## 5 ZÁVER

Cieľom tejto práce bolo navrhnuť a zrealizovať experiment, pri ktorom by boli skúmané dynamické vlastnosti tkanín. Experiment bol prevedený na tkaninách s elastanom a bez obsahu elastanu. Cieľom bolo zistenie pevnosti, ťažnosti, veľkosti odporu tkaniny voči pôsobeniu vonkajších mechanických síl, pružnosti tkanín, modulu pružnosti a stratového uhlu.

Porovnávané boli 3 druhy tkanín. Tkanina „A“, ktorá bola charakteristická keprovou väzbou bez obsahu elastanu. Tkanina „B“ v plátnovej väzbe, ktorá obsahovala elastan a tkanina „C“ bez obsahu elastanu vo väzbe plátnovej.

Experimenty na zistenie dynamických vlastností boli prevedené na prístrojoch TIRATEST 2300, LabTest V.2. 5 a DMA DX04T .

Na dynamometri TIRATEST 2300 bola prevedená skúška v ťahu. Pri tejto skúške bola zistená pevnosť, ťažnosť a odpor tkanín voči pôsobeniu vonkajších mechanických síl.

Najväčšia pevnosť bola zistená u tkaniny „C“ bez obsahu elastanu v plátnovej väzbe s veľkou dostavou. Zároveň tkanina „C“ dosahuje aj najväčšiu ťažnosť, čo je spôsobené výskytom multifilov v tkanine. Ťažnosť tkanina „A“ a „B“ je približne rovnaká. Najmenšiu pevnosť má tkanina „B“ vo väzbe plátnovej ale s menšou dostavou a s obsahom elastanu.

Najväčší odpor voči pôsobeniu vonkajších mechanických síl bol zistený u tkaniny „A“ v smere osnovy, ktorá bola v keprovej väzbe. Z toho vyplýva, že pri skúške v ťahu podlieha najmenším deformáciám. Preto sú tkaniny v keprovej väzbe veľmi vhodným a častým materiálom používaným na výrobu pracovných odevov. Najmenší odpor voči vonkajším mechanickým silám bol zistený u tkaniny „C“, ktorá je v plátnovej väzbe. Jej vysoká pevnosť a dostava spôsobuje že pri namáhaní podlieha deformáciám viac než tkanina „A“ vo väzbe keprovej a tkanina „B“ vo väzbe plátnovej s menšou dostavou a s obsahom elastanu.

V experimentálnej časti bola zistená pružnosť tkaniny na prístroji LabTest V.2.5. Výsledky poskytli informácie o tom, že tkanina „B“ obsahujúca elastan dosahuje najväčšiu pružnosť. Pružnosť tkaniny s elastanom je v priemere o 10 % väčšia než pružnosť tkanín bez obsahu elastanu. Pružnosť tkaniny s elastanom sa pri cyklickom

namáhání zmenšila v priemere okolo 3,5 %. Pružnosť tkanín bez obsahu elastanu sa pri cyklickom namáhaní zmenšila v priemere okolo 10 %. Porovnaná bola aj pružnosť tkaniny „C“ v plátrovej väzbe a tkaniny „A“ v keprovej väzbe. Tkanina v keprovej väzbe má v priemere o 3 % väčšia pružnosť než tkanina vo väzbe plátrovej.

Pomocou prístroja DMA DX04T boli zistené moduly pružnosti a stratové uhly, ktoré charakterizujú dynamické vlastnosti tkanín. Meranie bolo prevedené pri dvoch frekvenciách. Bolo zistené, že najväčší modul pružnosti pri oboch frekvenciách dosahuje tkanina „C“ v smere útku, teda pri namáhaní podlieha najviac deformáciám.

Najnižší modul pružnosti dosahuje tkanina „B“ v smere útku, ktorá obsahuje elastan. Teda bolo zistené, že tkanina „B“ podlieha najmenej deformáciám pri namáhaní. Aj v tomto prípade bol porovnaný vplyv väzby na dynamické vlastnosti. Tkanina v „A“ keprovej väzbe podliehala deformáciám menej než tkanina „C“ vo väzbe plátrovej. Zisťovanie dynamických vlastností na prístroji DMA DX04T bolo prevedené pri dvoch frekvenciách. Porovnaním hodnôt týchto dvoch frekvencií bolo zistené, že modul pružnosti u tkanín sa zvýšením frekvencie zväčšujú. Stratový uhol sa pri zvýšení frekvencie zväčšuje u tkanín „B“ s obsahom elastanu. Pri tkaninách „A“ a „C“, ktoré elastan neobsahujú sa zvýšením frekvencie stratový uhol znížil.

Z tohto experimentu vyplýva že najlepšie vlastnosti pri opakovanom namáhaní má tkanina s obsahom elastanu. Pri skúške v ťahu má však lepšie vlastnosti tkanina v keprovej väzbe bez obsahu elastanu.

Dynamické vlastnosti tkanín sú dôležité pri spracovaní ale aj pri užívaní. Preto je dobré poznať deformačné charakteristiky rôznych druhov tkanín. V tomto výskume by sa dalo pokračovať a zisťovať tieto vlastnosti aj na iných druhoch tkanín.

## 6 POUŽITÁ LITERATÚRA

- [1] DOSTALOVÁ, Mirka; KŘIVÁNKOVÁ, Mária. *Základy textilní a oděvní výroby*. Liberec : Technická univerzita v Liberci, 2004. 185 s.
- [2] HLADÍK, Vladimír. *Textilní vlákna*. Praha : SNTL, 1970. 299 s.
- [3] JAMBRICH, M; PIKLER, A; DIAČIK, I. *Fyzika vlákien*. Bratislava : Alfa, 1987.
- [4] *Katedra textilních materiálů : Mechanické vlastnosti* [online]. 2004- 2005 [cit. 2010-04-10]. Studijní materiály. Dostupné z WWW: [http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/20080514/ZKB\\_prednaska\\_7.pdf](http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/20080514/ZKB_prednaska_7.pdf) .
- [5] KOVAČIČ, Vladimír. *Textilní zkušebnictví, díl I. 1 : Technická univerzita v Liberci*, 2004. 79 s. ISBN 55-033-04
- [6] KOVAČIČ, Vladimír.:*Textilní zkušebnictví, díl II. 2: Technická univerzita v Liberci*, 2004. 74 s. ISBN 80-7083-825-6
- [7] *Labor Tech* [online]. 2009 [cit. 2010-04-09]. Zkušební trhací stroje. Dostupné z WWW: < <http://www.labortech.cz/produkty/zkusebni-stroje/zkusebni-trhaci-stroje/0---3kn/> >.
- [8] MILITKÝ, Jiří . *Textilní vlákna*. Liberec : Technická univerzita v Liberci, 2002. 238 s. ISBN 80-7083-644-X
- [9] PAŘILOVÁ, Hana. *Textilní zbožížnalství : Tkaniny*. Liberec : Technická univerzita v Liberci, 2005. 96 s. ISBN 80-7083-974-0.
- [10] *Technická univerzita v Liberci : Fakulta textilní* [online]. 2008 [cit. 2010-04-09]. Databáze přístrojů. Dostupné z WWW: < <http://www.ft.tul.cz/index.cgi?fun=pristroje> >.
- [11] VANIČEK, Jiří . *Technická univerzita v Liberci : Katedra textilních materiálů* [online]. 2004- 2005 [cit. 2010-04-09]. Metódy termické analýzy. Dostupné z WWW: <<http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/20060106/prednaska7.pdf>>.
- [12] VYBIRALOVÁ, Kateřina. *Dynamicko- mechanická analýza syntetických vláken po isothermní krystalizaci (fixaci)*. Liberec, 2004. Diplomová práce. Technická univerzita v Liberci.



## 7 ZOZNAM OBRÁZKOV

Obr. 1 Základná plátňová väzba 2 / 2 .....	11
Obr. 2 Základná keprová väzba 3 / 3 .....	12
Obr. 3 Základná atlasová väzba 5 / 5 .....	13
Obr. 4 Ťahová krivka tkaniny a pleteniny .....	18
Obr. 5 Modul pružnosti textilií .....	19
Obr. 6 Časový priebeh napätia a deformácie pri cyklickom namáhaní .....	21
Obr. 7 Komplexný modul pružnosti .....	22
Obr. 8 Schéma prístroja LabTest V.2.5 .....	25
Obr. 9 Graf veľkosti odporu tkanín voči pôsobeniu vonkajších síl pri mechanickom namáhaní .....	30
Obr. 10 Cyklické namáhanie tkaniny A v smere osnovy .....	32
Obr. 11 Cyklické namáhanie tkaniny B v smere osnovy .....	32
Obr. 12 Cyklické namáhanie tkaniny C v smere osnovy .....	33
Obr. 13 Graf pružnosti tkanín .....	35
Obr. 14 Vzorka tkaniny po namáhaní .....	38
Obr. 15 Graf modulov pružnosti tkanín pri frekvencii 10 mHz .....	39
Obr. 16 Graf tangentových stratových uhlov tkanín pri frekvencii 10 mHz .....	39
Obr. 17 Graf modulov pružnosti tkanín pri frekvencii 1 Hz .....	40
Obr. 18 Graf tangentových stratových uhlov tkanín pri frekvencii 1 Hz .....	41
Obr. 19 Graf porovnávajúci moduly pružnosti tkanín frekvencii 1 Hz a 10 mHz .....	41
Obr. 20 Graf porovnávajúci tangentové stratové uhly frekvencii 1 Hz a 10 mHz .....	42
<b>PRIEBEH MERANIA NA DYNAMOMETRI TIRATEST 2300</b>	
Obr. 21 Skúška v ťahu tkaniny A v smere osnovy .....	51
Obr. 22 Skúška v ťahu tkaniny A v smere útku .....	51
Obr. 23 Skúška v ťahu tkaniny B v smere osnovy .....	52
Obr. 24 Skúška v ťahu tkaniny B v smere útku .....	52
Obr. 25 Skúška v ťahu tkaniny C v smere osnovy .....	53
Obr. 26 Skúška v ťahu tkaniny C v smere útku .....	53
<b>PRIEBEH CYKICKÉHO NAMÁHANIA NA PRÍSTROJI LabTest V.2.5</b>	
Obr. 27 Cyklické namáhanie tkaniny A v smer útku .....	54
Obr. 28 Cyklické namáhanie tkaniny B v smere útku .....	54
Obr. 29 Cyklické namáhanie tkaniny C v smere útku .....	55

PRIEBEH DMA OBRÁZKY GRAFOV XT- Scope mode

Obr. 30 Priebeh DMA tkaniny A v smere osnovy pri frekvencií 10 mHz .....	56
Obr. 31 Priebeh DMA tkaniny A v smere útku pri frekvencií 10 mHz.....	56
Obr. 32 Priebeh DMA tkaniny B v smere osnovy pri frekvencií 10 mHz .....	57
Obr. 33 Priebeh DMA tkaniny B v smere útku pri frekvencií 10 mHz.....	57
Obr. 34 Priebeh DMA tkaniny C v smere osnovy pri frekvencií 10 mHz .....	58
Obr. 35 Priebeh DMA tkaniny C v smere útku pri frekvencií 10 mHz.....	58
Obr. 36 Priebeh DMA tkaniny A v smere osnovy pri frekvencií 1 Hz .....	59
Obr. 37 Priebeh DMA tkaniny A v smere útku pri frekvencií 1 Hz.....	59
Obr. 38 Priebeh DMA tkaniny B v smere osnovy pri frekvencií 1 Hz.....	60
Obr. 39 Priebeh DMA tkaniny B v smere útku pri frekvencií 1 Hz .....	60
Obr. 40 Priebeh DMA tkaniny C v smere osnovy pri frekvencií 1 Hz.....	61
Obr. 41 Priebeh DMA tkaniny C v smere útku pri frekvencií 1 Hz .....	61

PRIEBEH DMA OBRÁZKY GRAFOV FFT data evalution E/G Tan delta

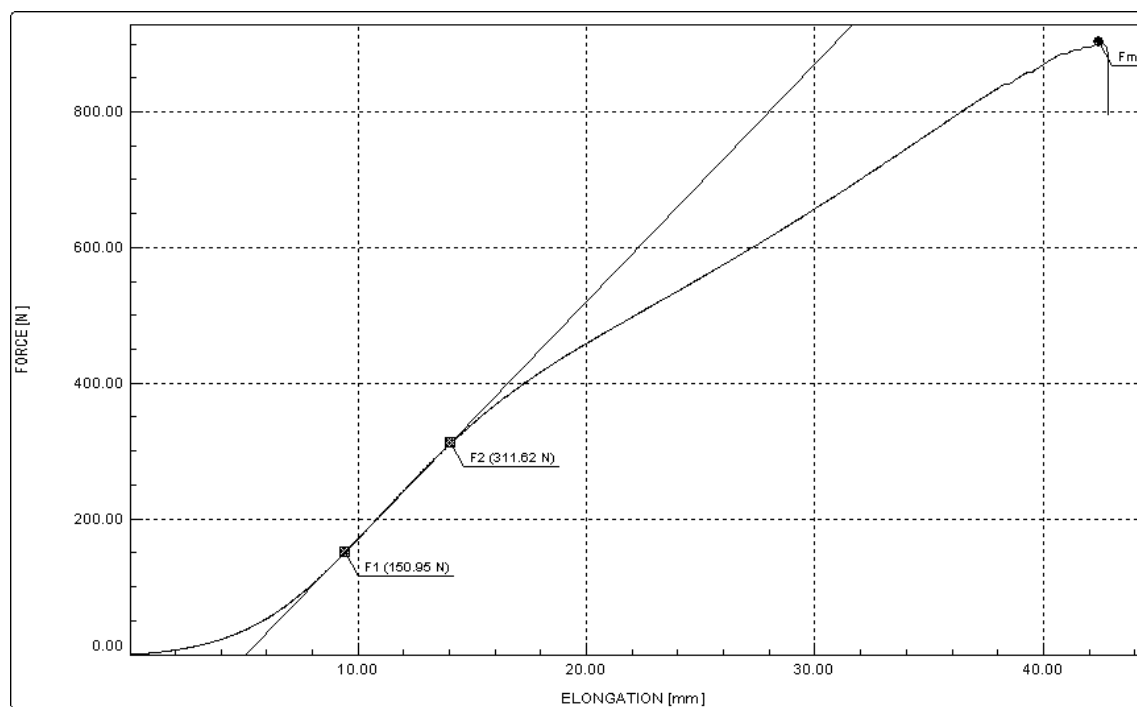
Obr. 42 Priebeh DMA tkaniny A v smere osnovy pri frekvencií 10 mHz .....	62
Obr. 43 Priebeh DMA tkaniny A v smere útku pri frekvencií 10 mHz.....	62
Obr. 44 Priebeh DMA tkaniny B v smere osnovy pri frekvencií 10 mHz .....	63
Obr. 45 Priebeh DMA tkaniny B v smere útku pri frekvencií 10 mHz.....	63
Obr. 46 Priebeh DMA tkaniny C v smere útku pri frekvencií 10 mHz.....	64
Obr. 47 Priebeh DMA tkaniny A v smere osnovy pri frekvencií 1 Hz .....	65
Obr. 48 Priebeh DMA tkaniny A v smere útku pri frekvencií 1 Hz.....	65
Obr. 49 Priebeh DMA tkaniny B v smere osnovy pri frekvencií 1 Hz.....	66
Obr. 50 Priebeh DMA tkaniny B v smere útku pri frekvencií 1 Hz .....	66
Obr. 51 Priebeh DMA tkaniny C v smere osnovy pri frekvencií 1 Hz.....	67
Obr. 52 Priebeh DMA tkaniny C v smere útku pri frekvencií 1 Hz .....	67

## 8 ZOZNAM TABULIEK

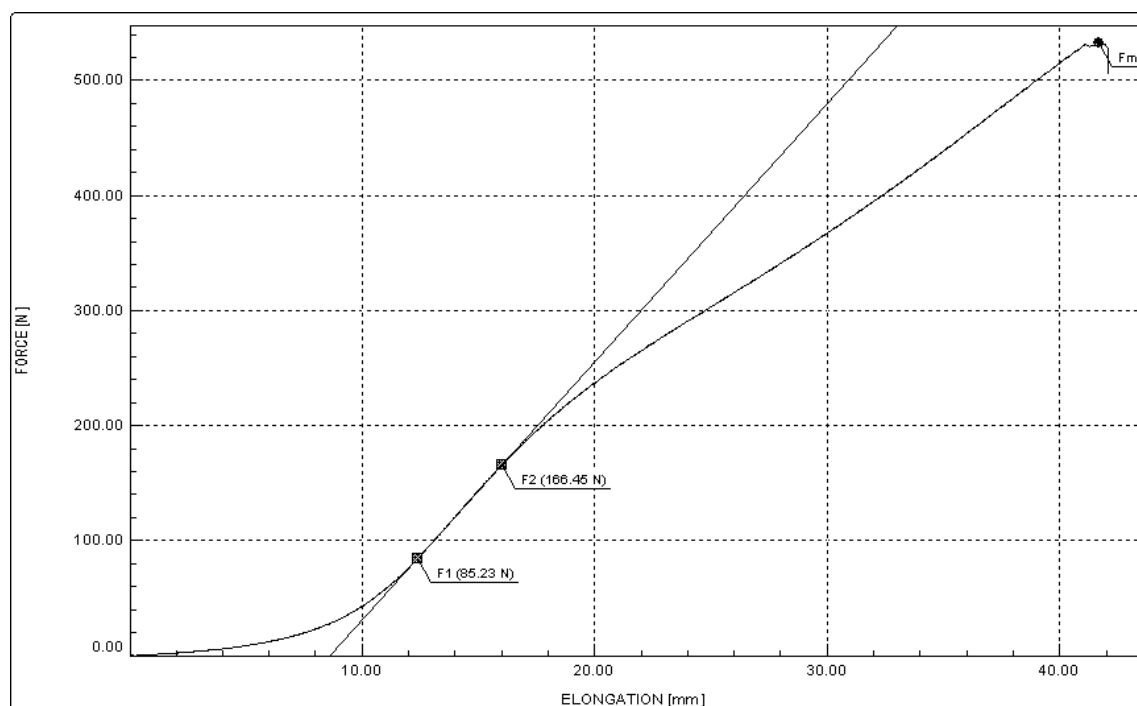
Tabuľka 1 Základné parametre tkanín .....	27
Tabuľka 2 Hodnoty zadané do programu Labortech v. 3 .....	28
Tabuľka 3 Priemerné hodnoty vzorku A pri skúške v ťahu v smere osnovy .....	28
Tabuľka 4 Priemerné hodnoty vzorku A pri skúške v ťahu v smere útku .....	29
Tabuľka 5 Priemerné hodnoty vzorku B pri skúške v ťahu v smere osnovy .....	29
Tabuľka 6 Priemerné hodnoty vzorku B pri skúške v ťahu v smere útku .....	29
Tabuľka 7 Priemerné hodnoty vzorku C pri skúške v ťahu v smere osnovy .....	29
Tabuľka 8 Priemerné hodnoty vzorku C pri skúške v ťahu v smere útku .....	30
Tabuľka 9 Priemerné hodnoty cyklického namáhania tkaniny A .....	33
Tabuľka 10 Priemerné hodnoty cyklického namáhania tkaniny B .....	34
Tabuľka 11 Priemerné hodnoty cyklického namáhania tkaniny C .....	34
Tabuľka 12 Hodnoty elastického predĺženia tkanín A, B, C [mm] .....	34
Tabuľka 13 Pružnosť tkanín [%] .....	35
Tabuľka 14 Zvolený merací program pri meraní na DMA DX04T .....	37
Tabuľka 15 Modul pružnosti a tangentový stratový uhol pri frekvencii 10 mHz .....	38
Tabuľka 16 Modul pružnosti a tangentový stratový uhol pri frekvencii 1 Hz .....	40

## 9 PRÍLOHY

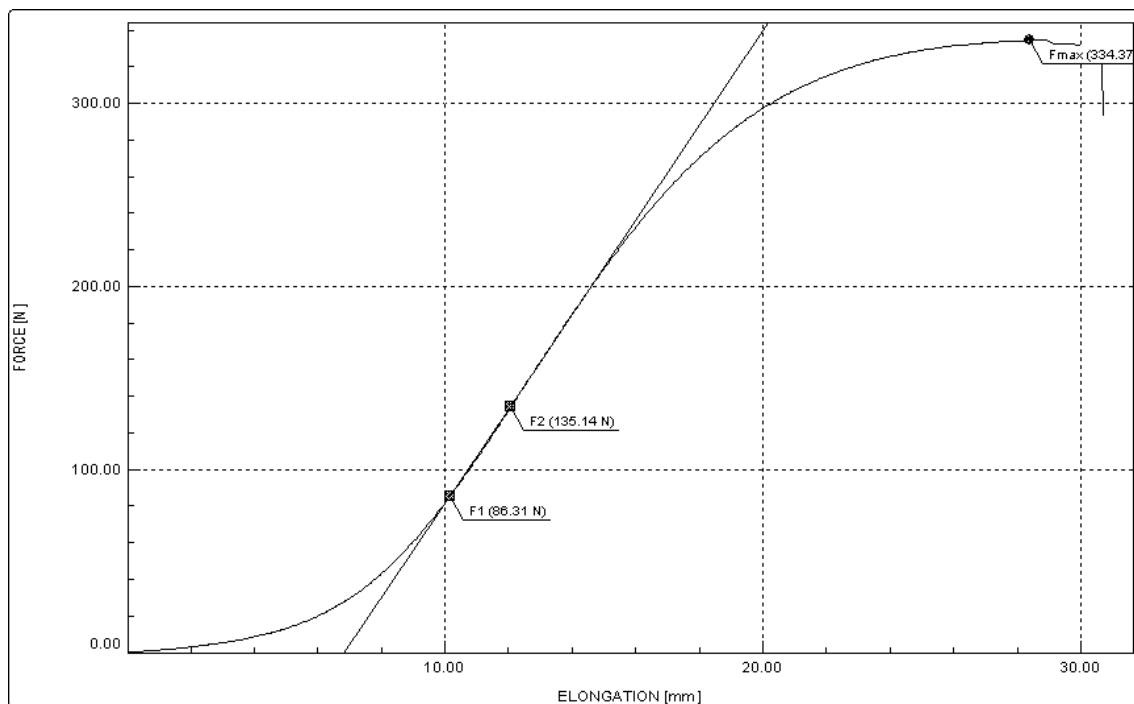
### 9.1 Priebeh merania na dynamometri TIRATEST 2300



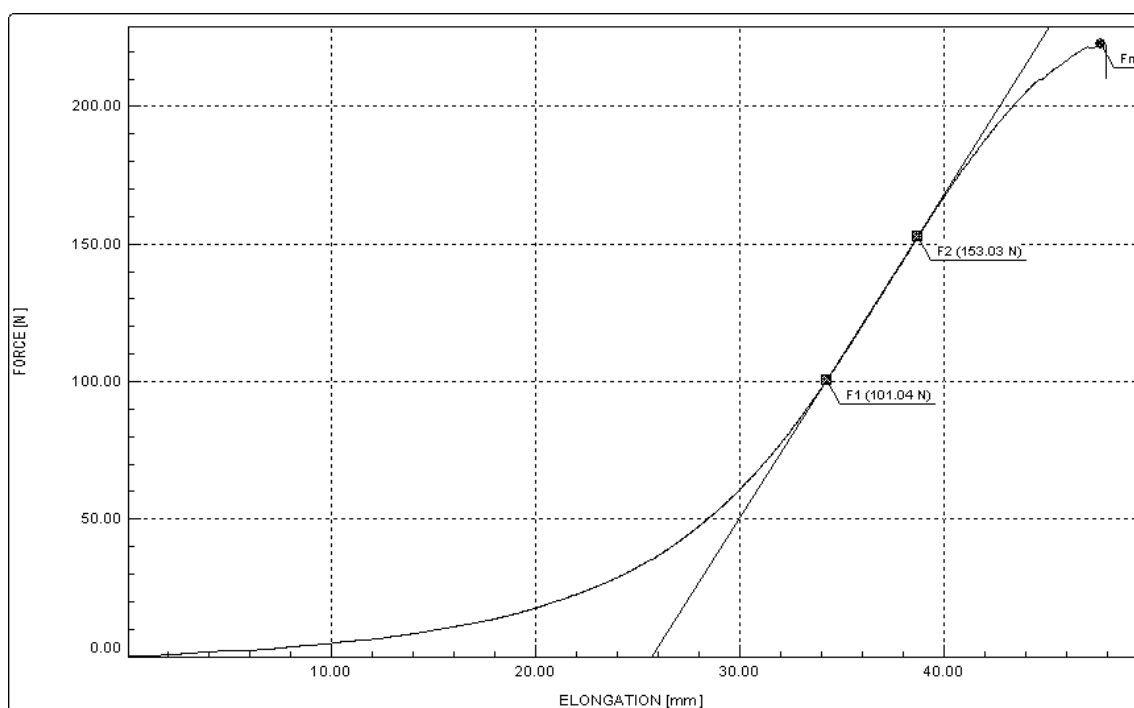
Obr. 21 Skúška v ťahu tkaniny A v smere osnovy



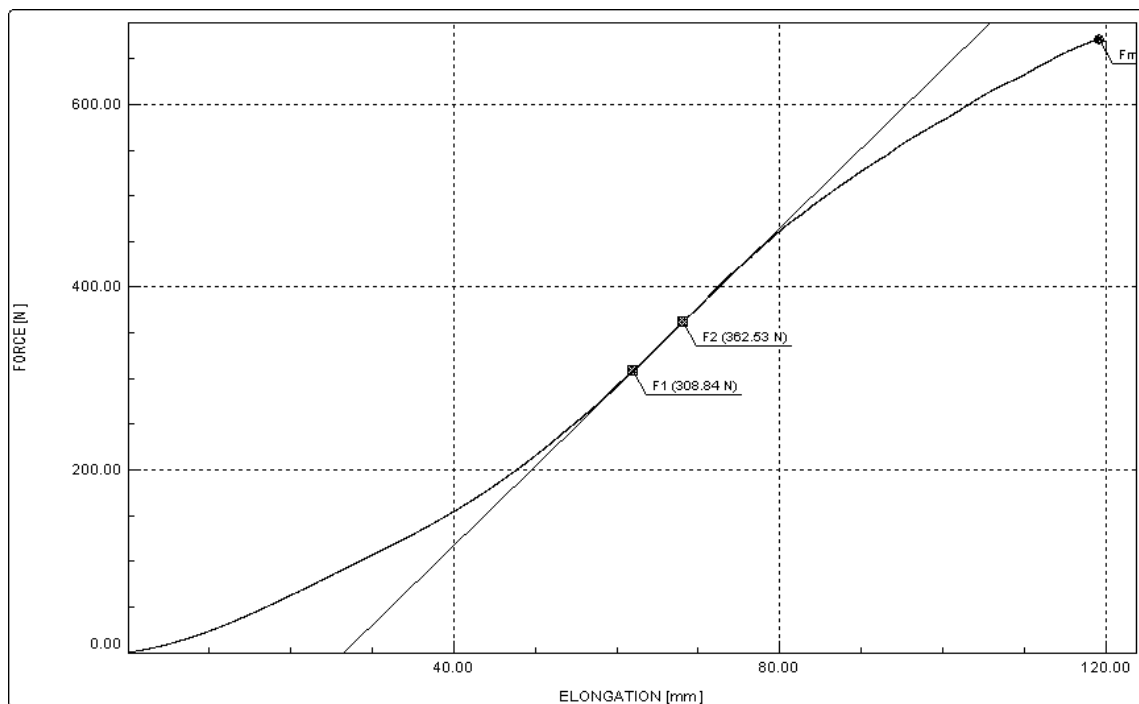
Obr. 22 Skúška v ťahu tkaniny A v smere útku



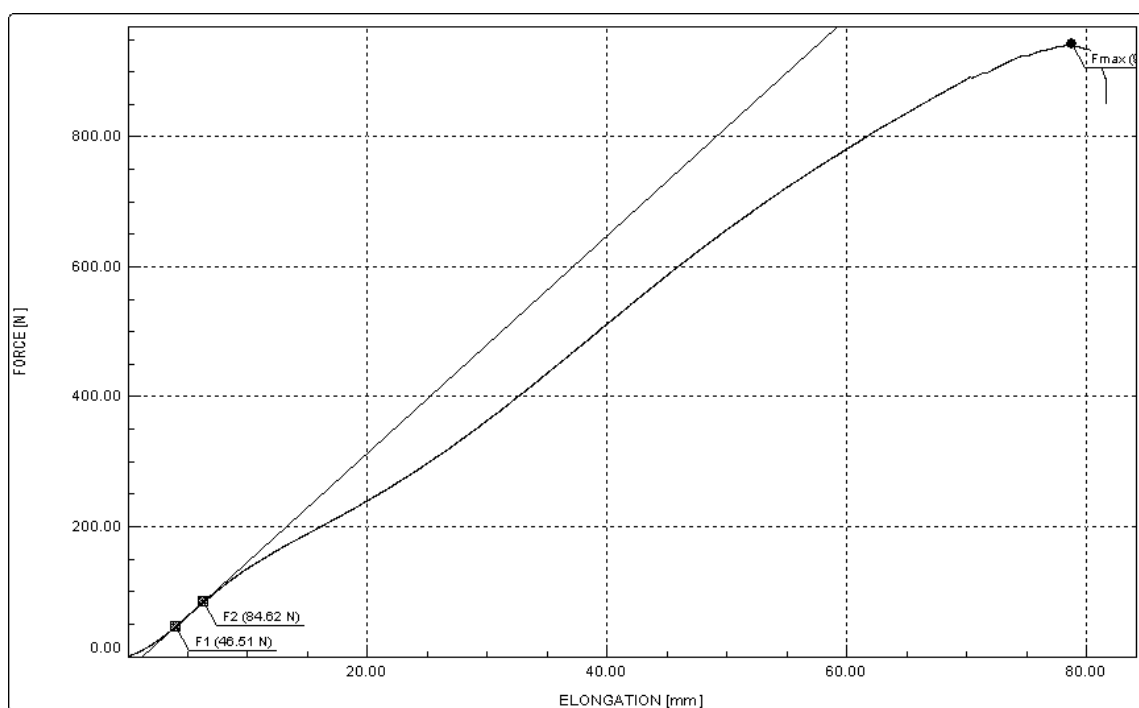
Obr. 23 Skúška v ťahu tkaniny B v smere osnovy



Obr. 24 Skúška v ťahu tkaniny B v smere útku

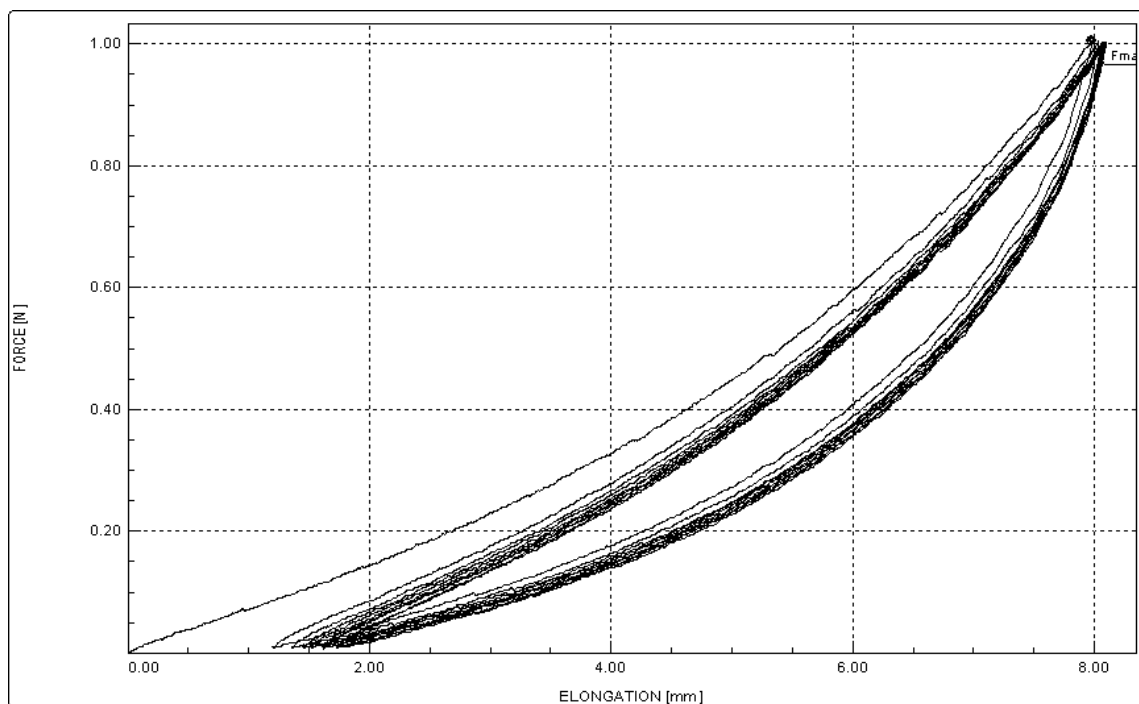


Obr. 25 Skúška v ťahu tkaniny C v smere osnovy

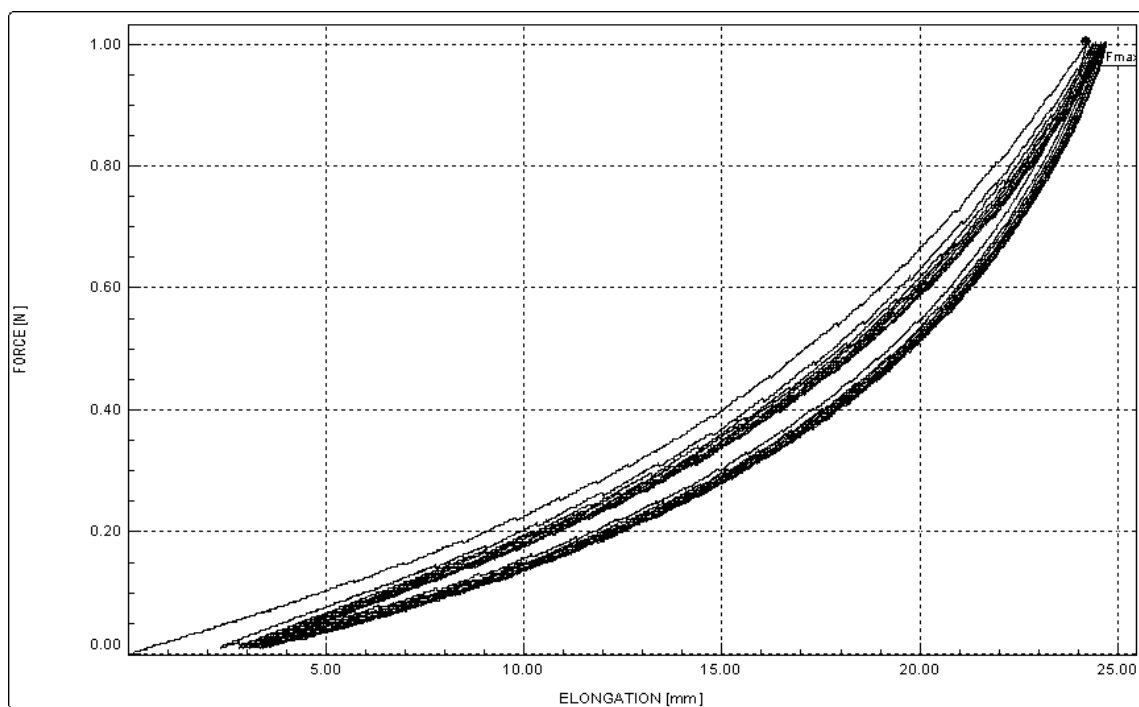


Obr. 26 Skúška v ťahu tkaniny C v smere útku

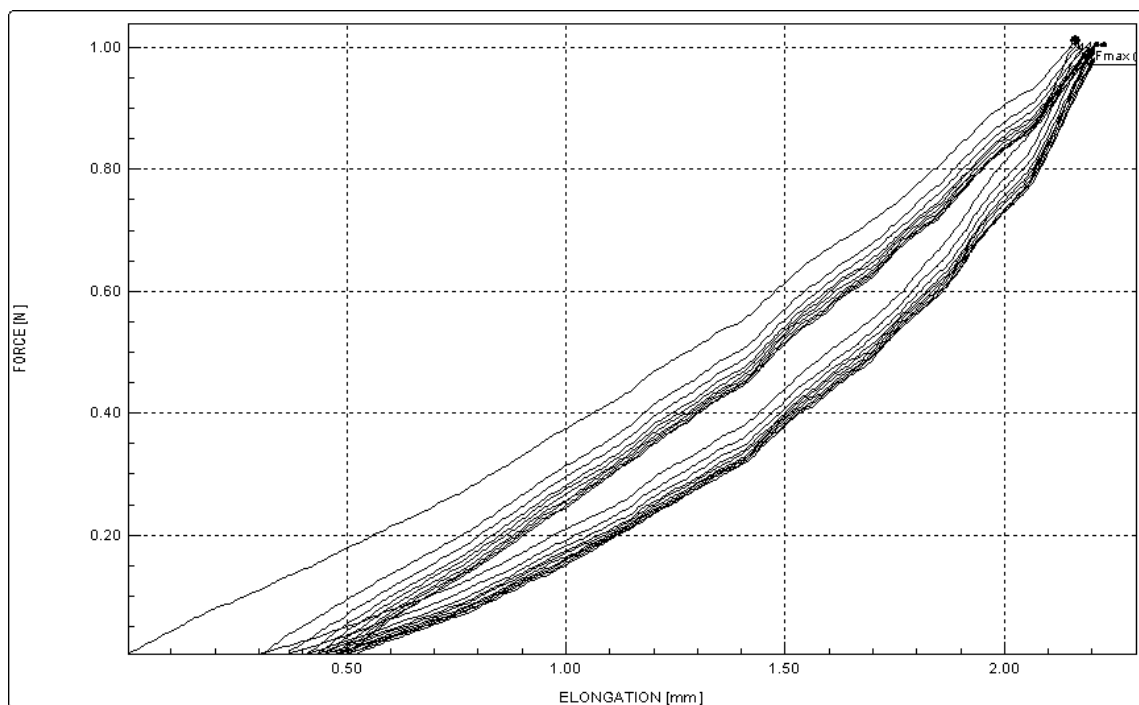
## 9.2 Priebeh cyklického namáhania na prístroji LabTest V.2.5



Obr. 27 Cyklické namáhanie tkaniny A v smer útku



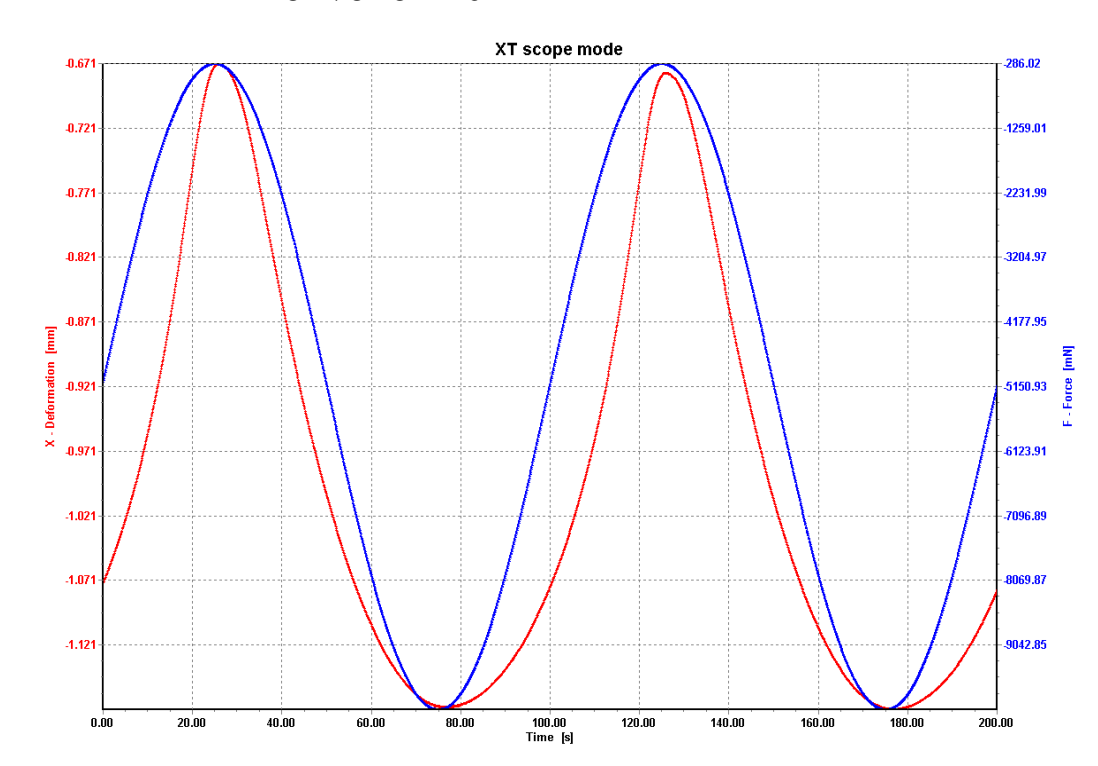
Obr. 28 Cyklické namáhanie tkaniny B v smere útku



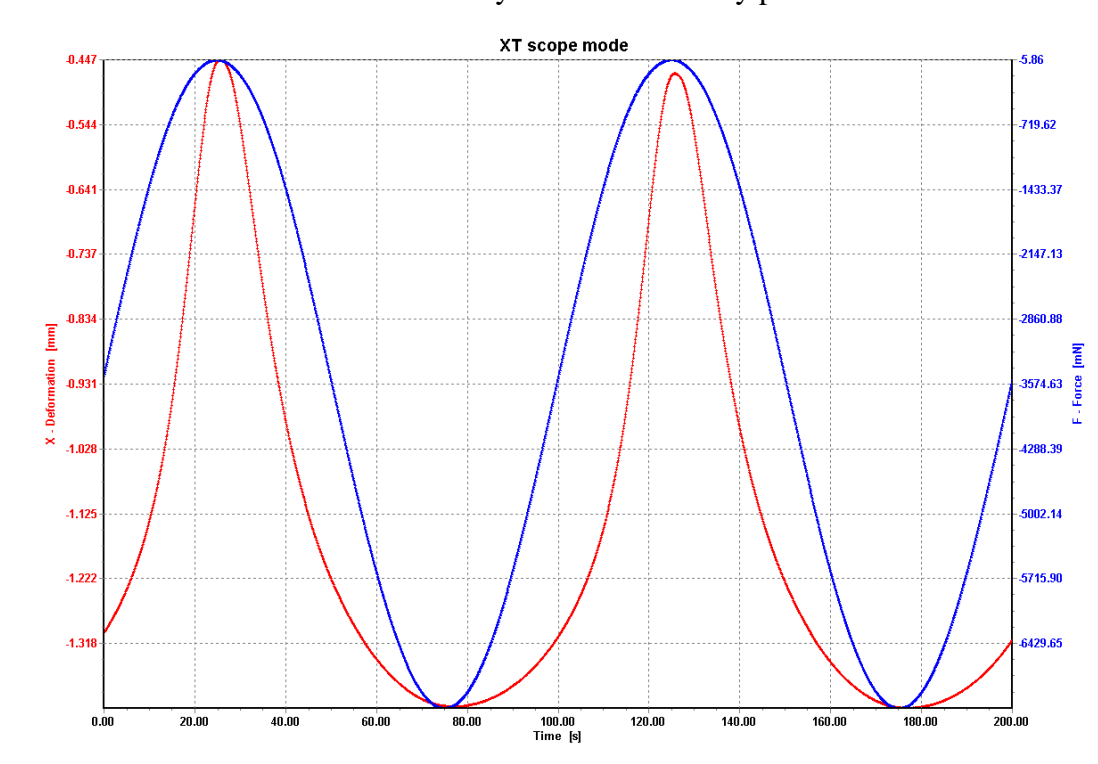
Obr. 29 Cyklické namáhanie tkaniny C v smere útku



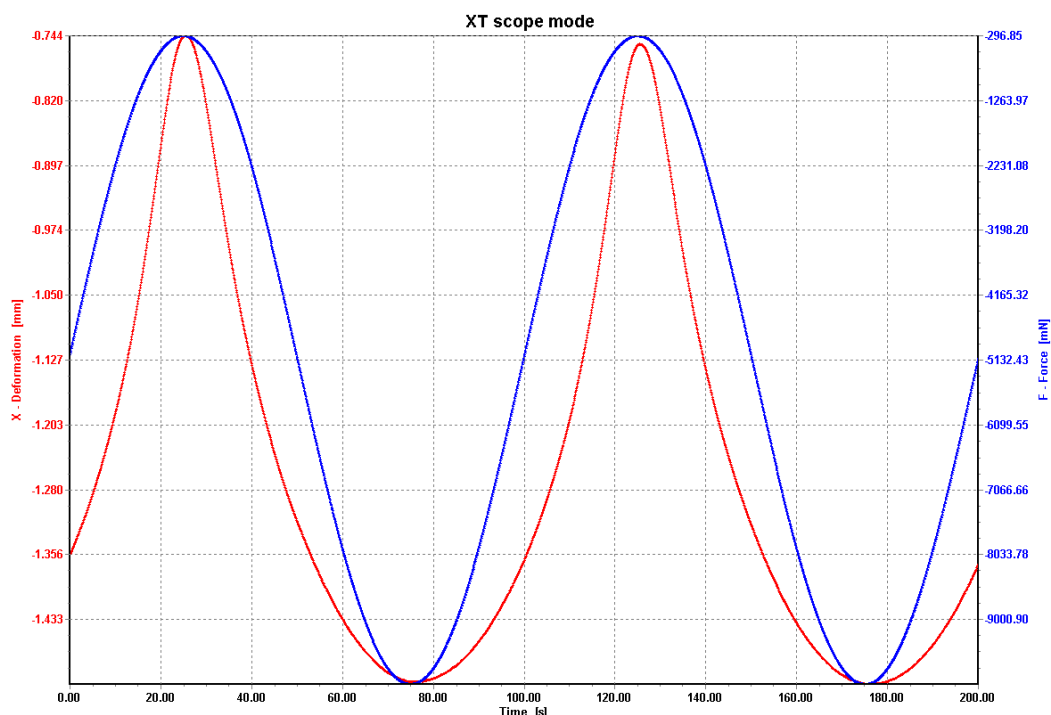
### 9.3 Priebeh DMA grafy XT- Scope mode pri frekvencií 10 mHz



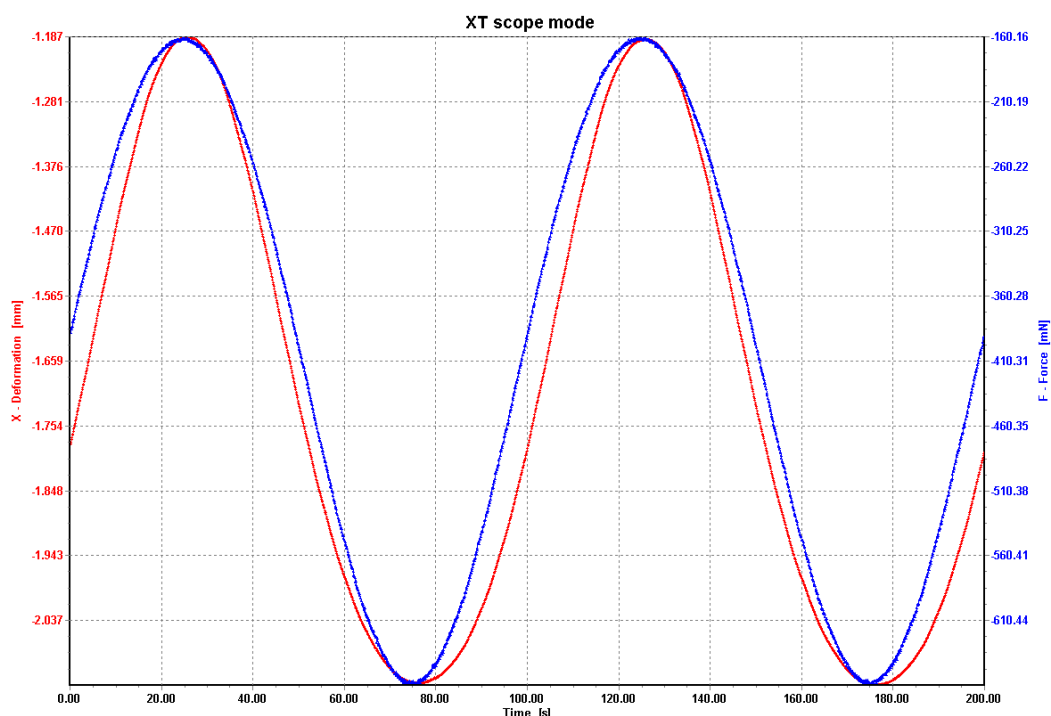
Obr. 30 Priebeh DMA tkaniny A v smere osnovy pri frekvencií 10 mHz



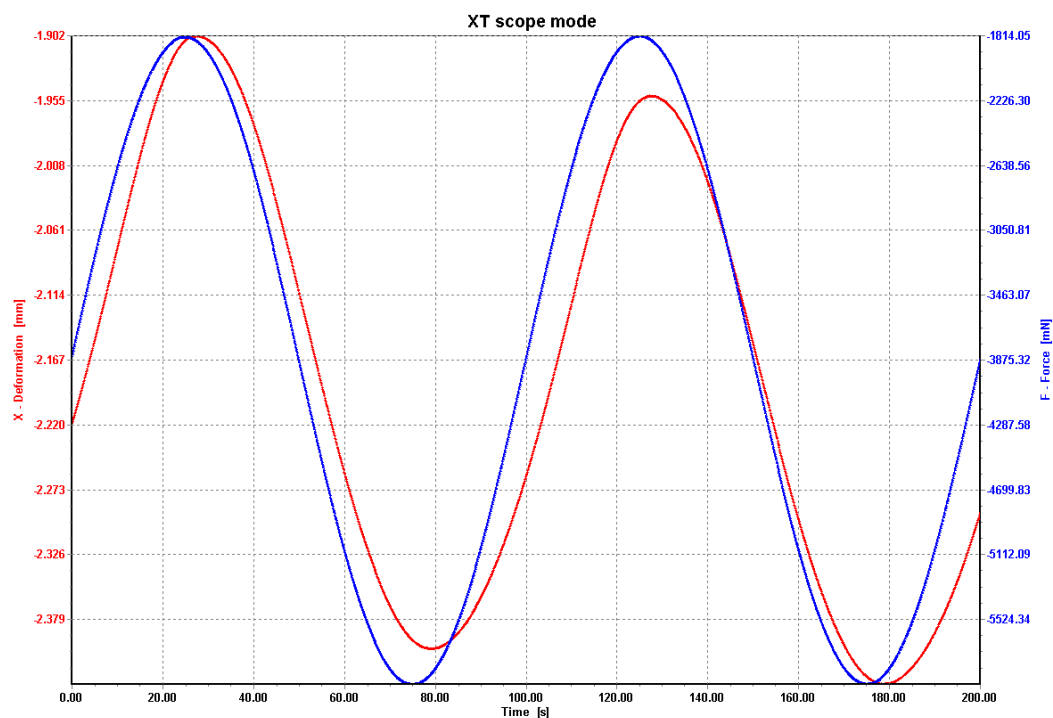
Obr. 31 Priebeh DMA tkaniny A v smere útku pri frekvencii 10 mHz



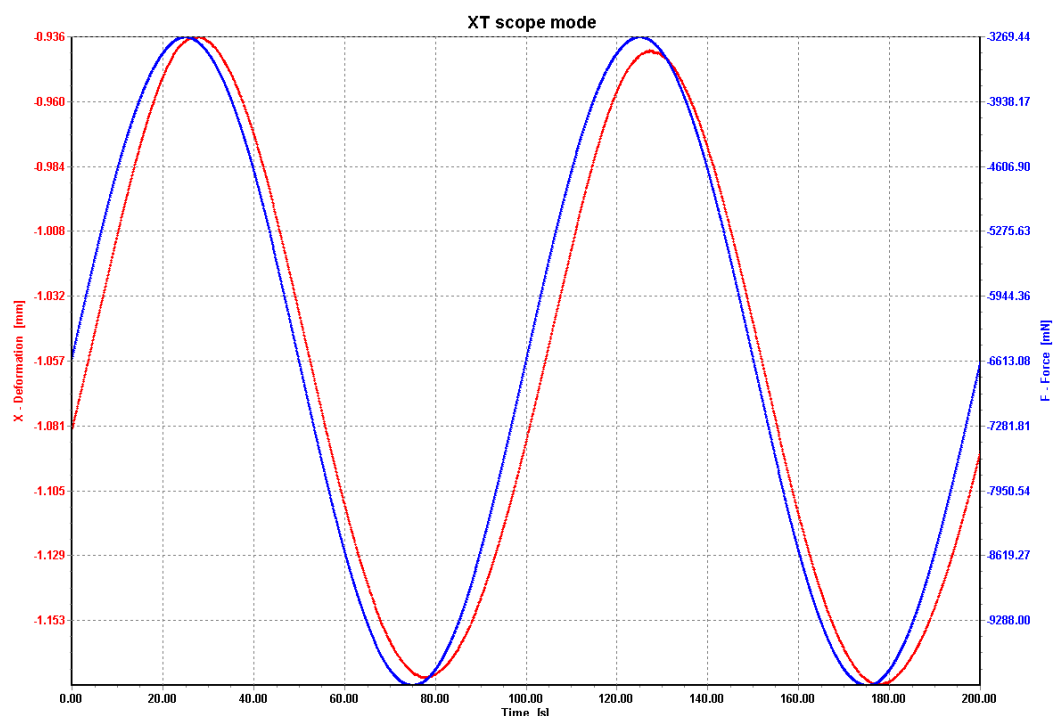
Obr. 32 Priebeh DMA tkaniny B v smere osnovy pri frekvencii 10 mHz



Obr. 33 Priebeh DMA tkaniny B v smere útku pri frekvencii 10 mHz

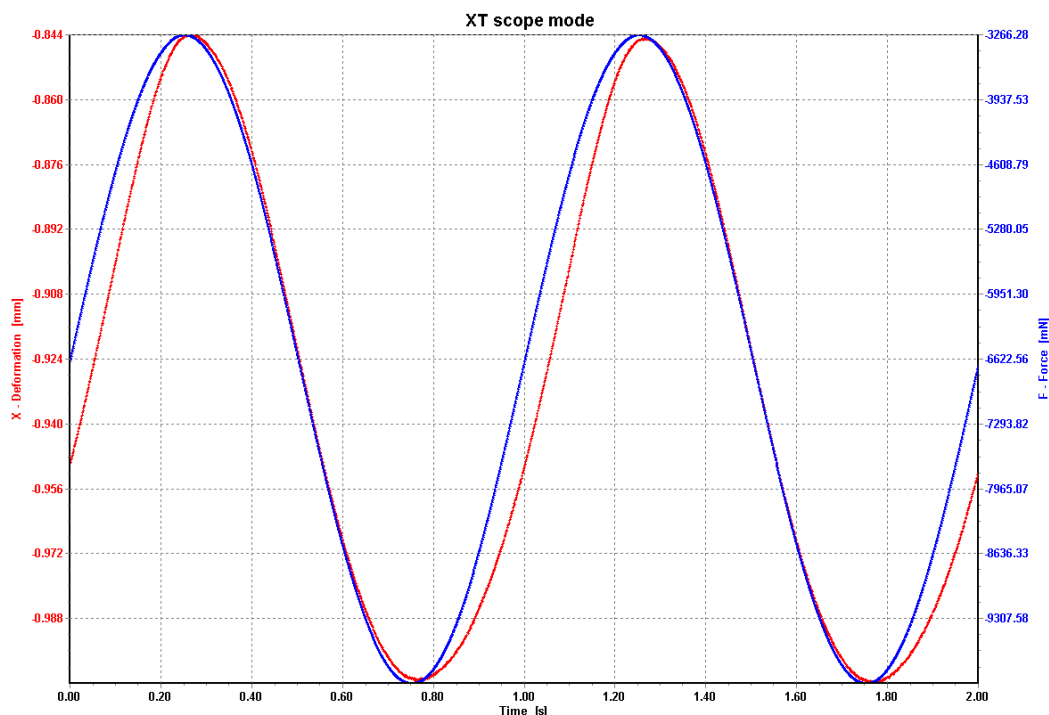


Obr. 34 Priebeh DMA tkaniny C v smere osnovy pri frekvencii 10 mHz

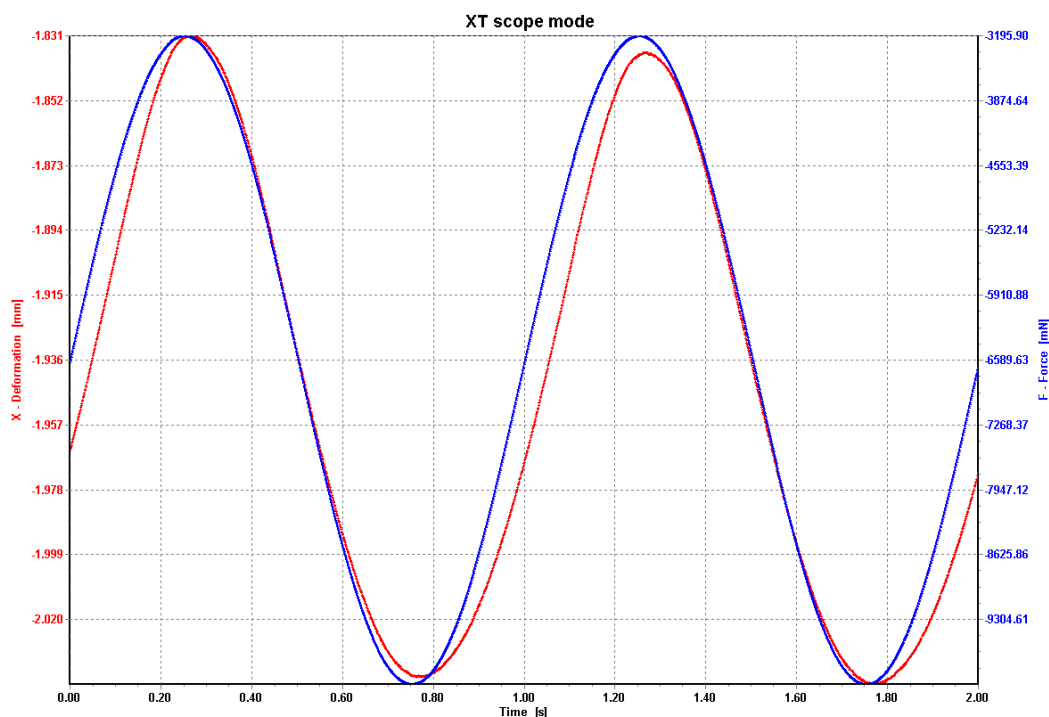


Obr. 35 Priebeh DMA tkaniny C v smere útku pri frekvencii 10 mHz

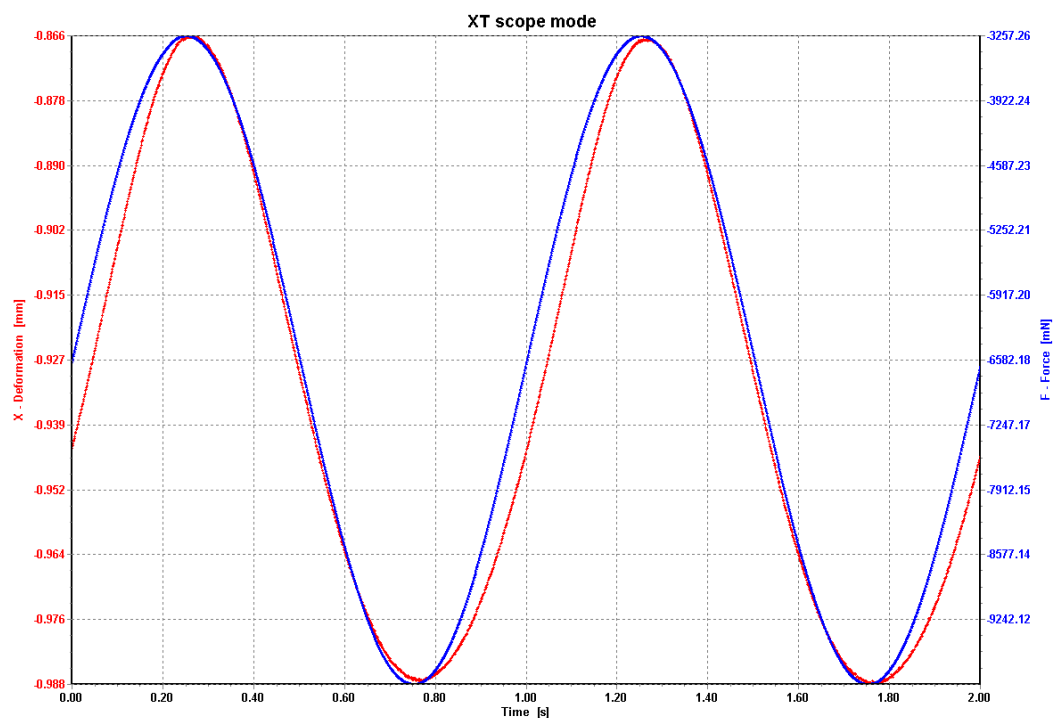
## 9.4 Priebeh DMA grafy XT- Scope mode pri frekvencií 1 Hz



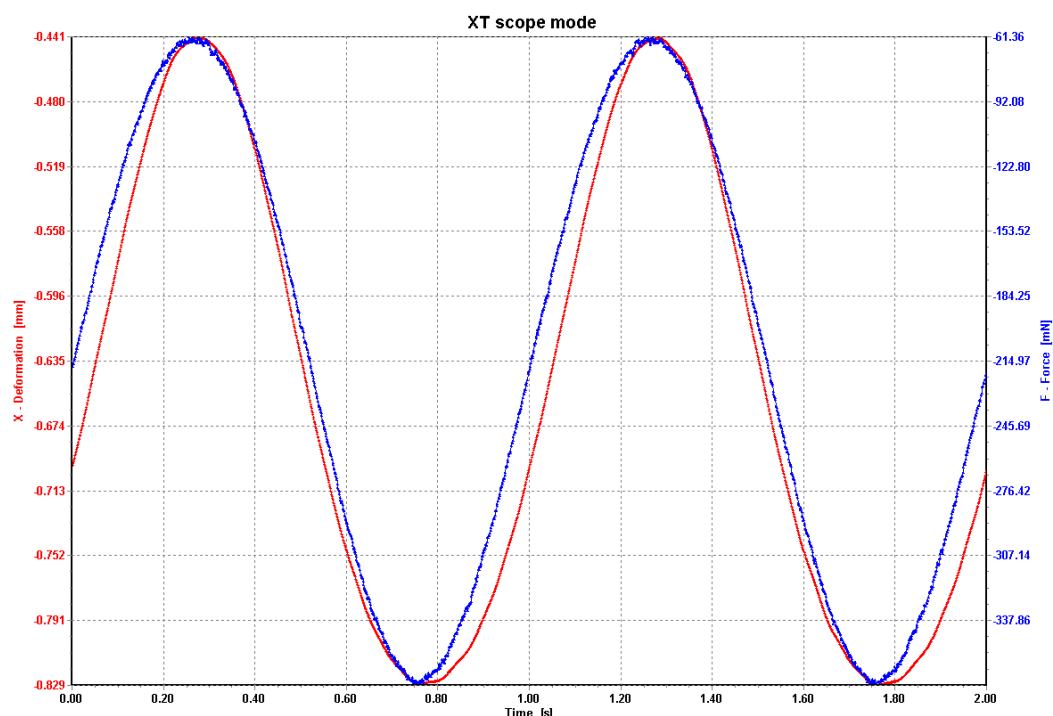
Obr. 36 Priebeh DMA tkaniny A v smere osnovy pri frekvencii 1 Hz



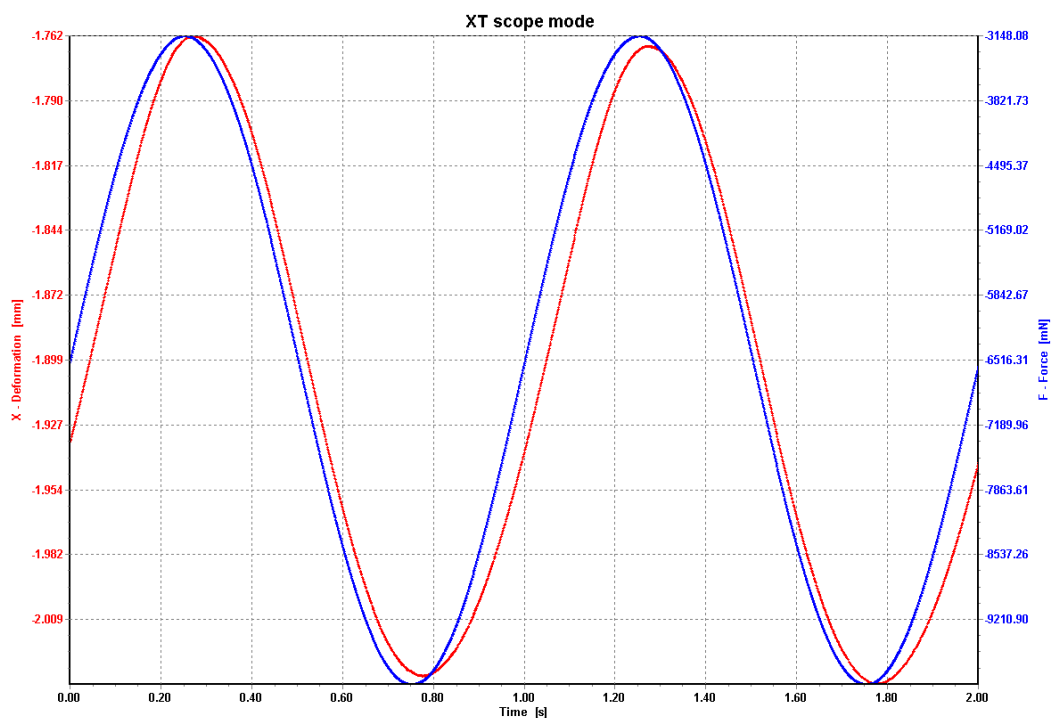
Obr. 37 Priebeh DMA tkaniny A v smere útku pri frekvencii 1 Hz



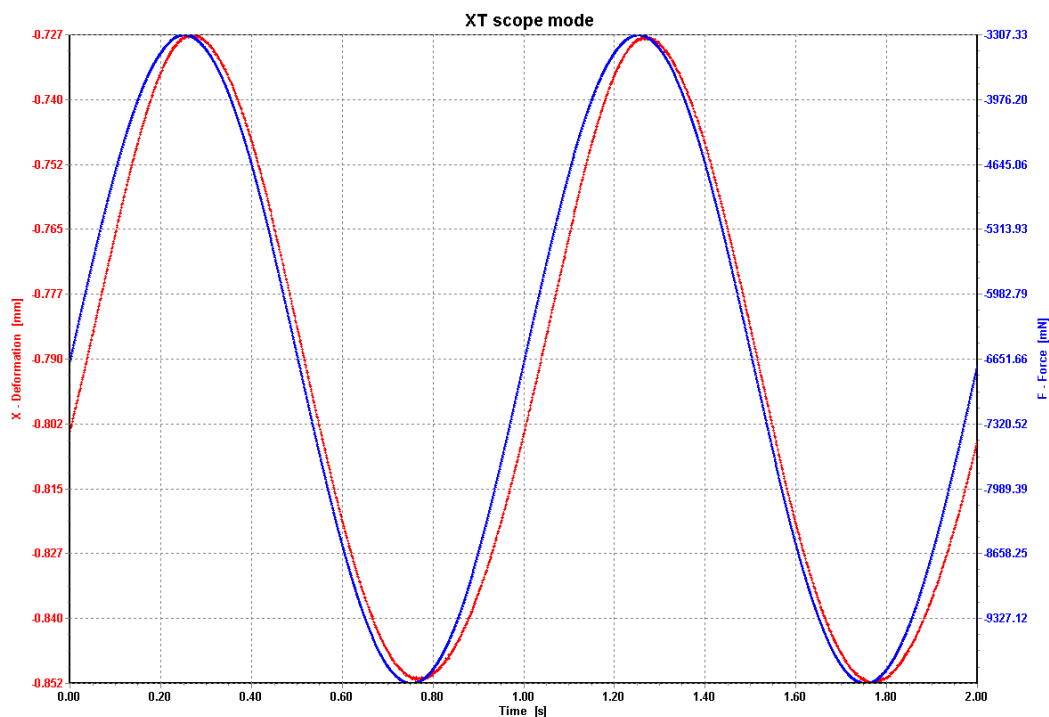
Obr. 38 Pribeh DMA tkaniny B v smere osnovy pri frekvencii 1 Hz



Obr. 39 Pribeh DMA tkaniny B v smere útku pri frekvencii 1 Hz

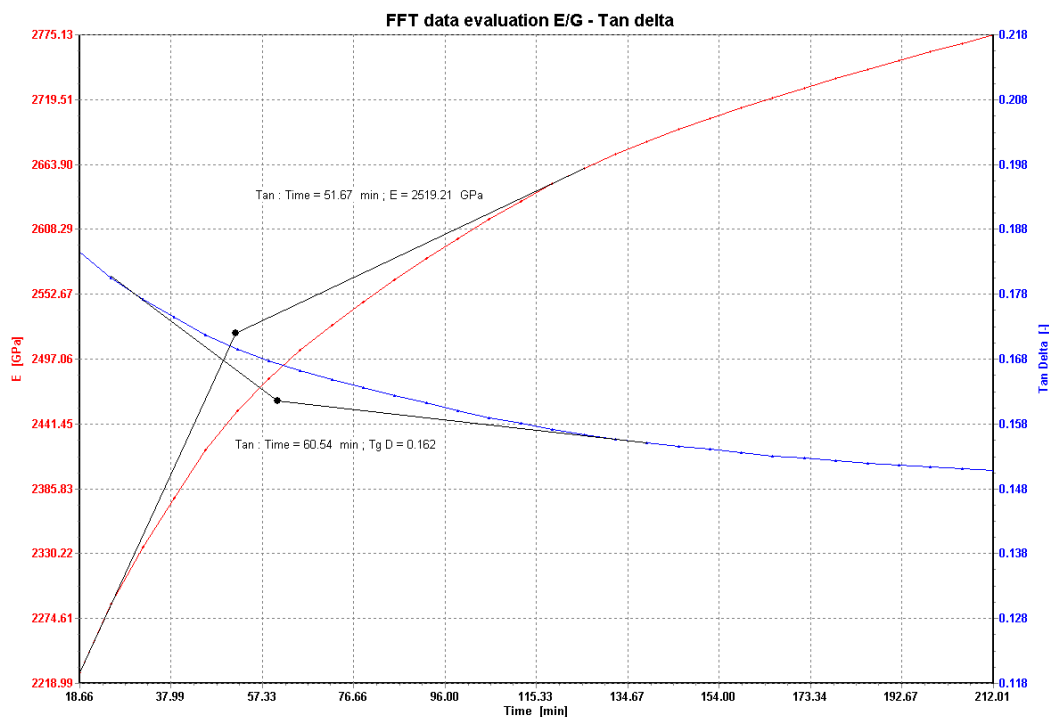


Obr. 40 Pribeh DMA tkaniny C v smere osnovy pri frekvencii 1 Hz

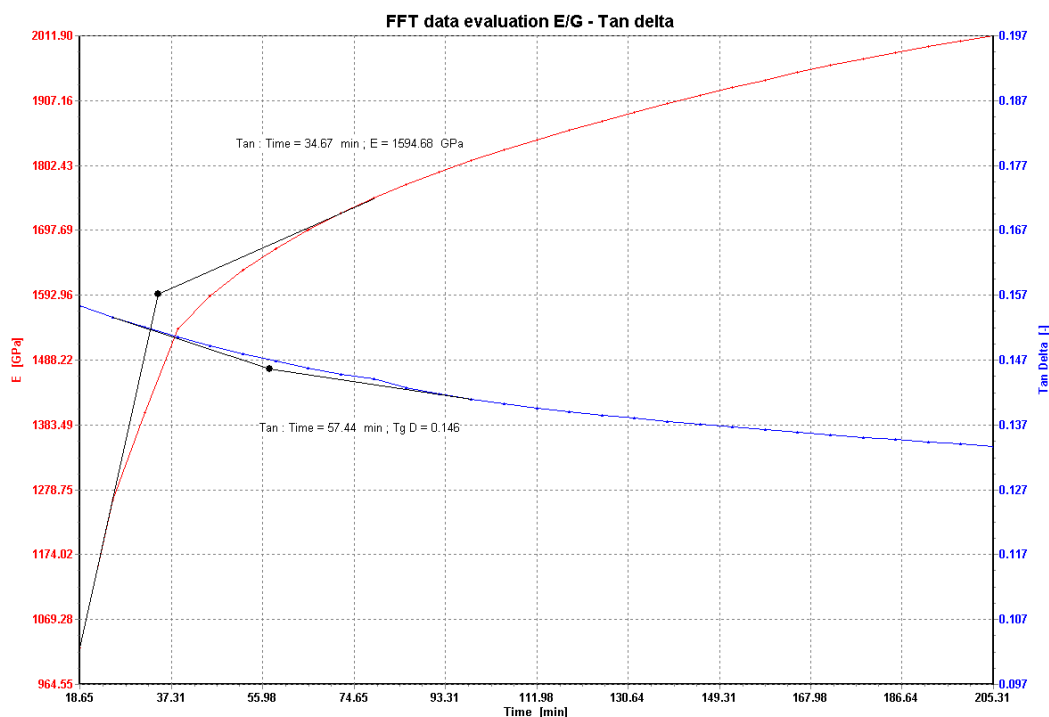


Obr. 41 Pribeh DMA tkaniny C v smere útku pri frekvencii 1 Hz

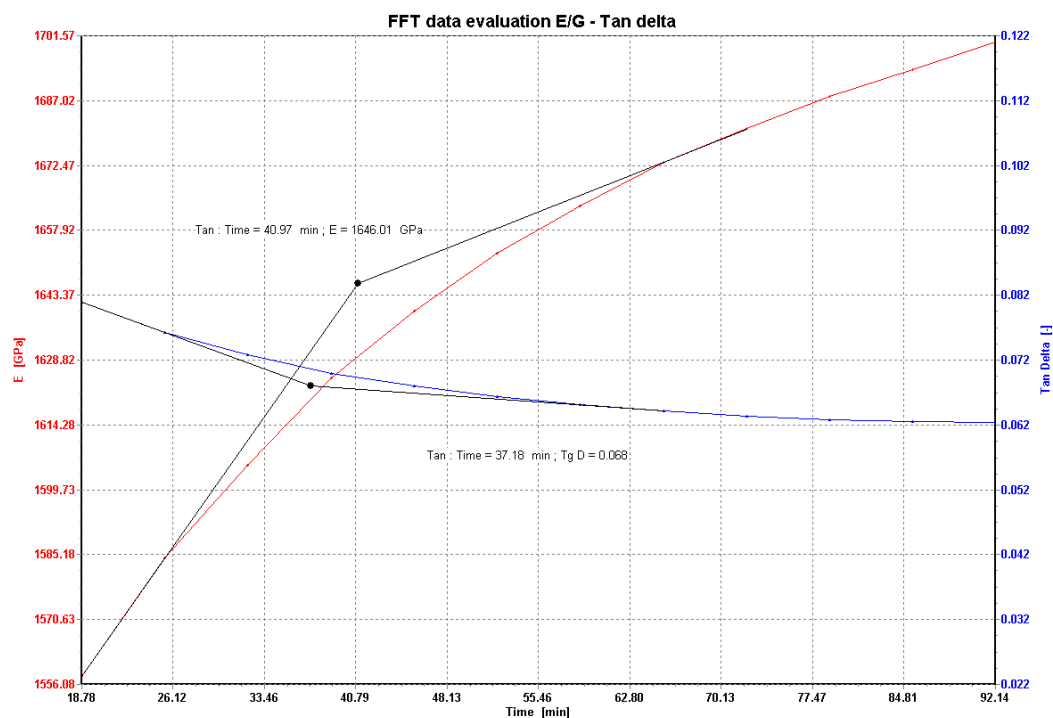
## 9.5 Pribeh DMA grafy FFT data evaluation E/G- Tan delta pri frekvencií 10 mHz



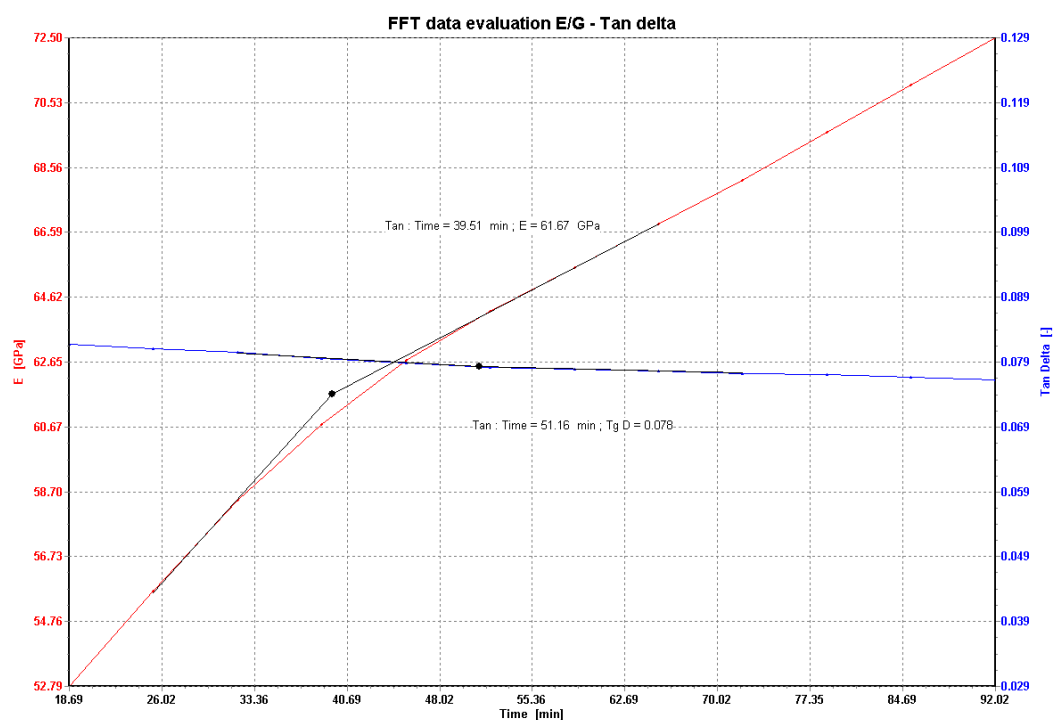
Obr. 42 Pribeh DMA tkaniny A v smere osnovy pri frekvencií 10 mHz



Obr. 43 Pribeh DMA tkaniny A v smere útku pri frekvencii 10 mHz

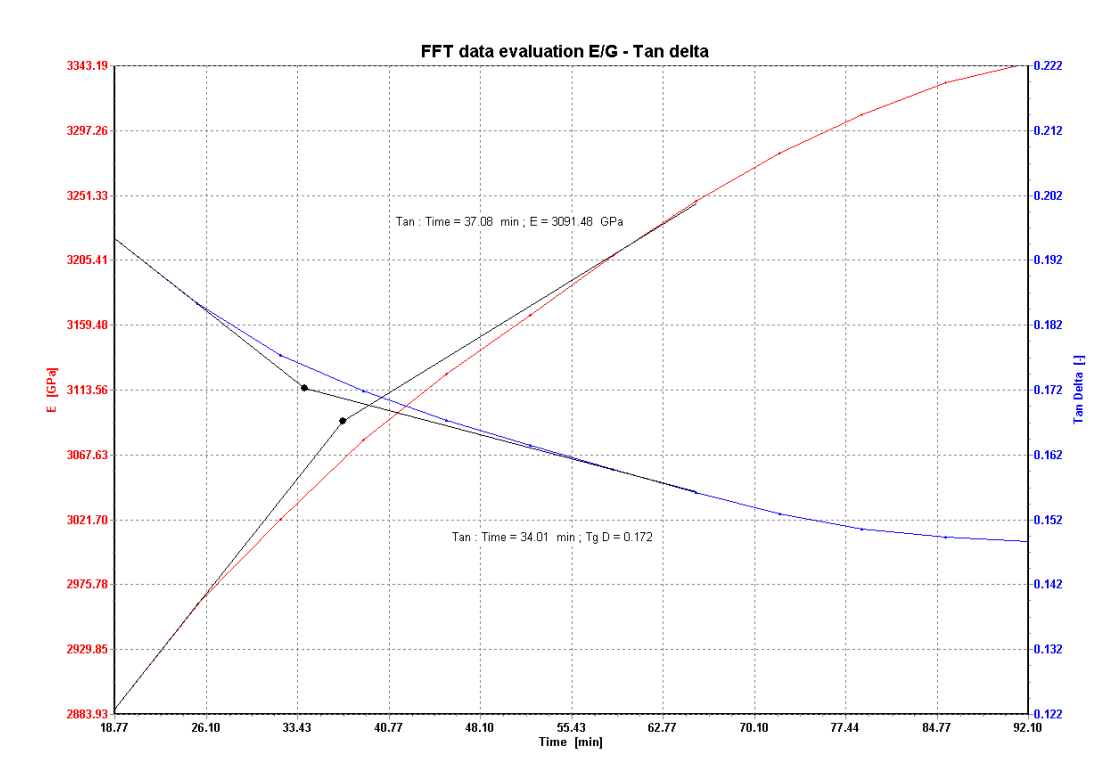


Obr. 44 Priebeh DMA tkaniny B v smere osnovy pri frekvencii 10 mHz



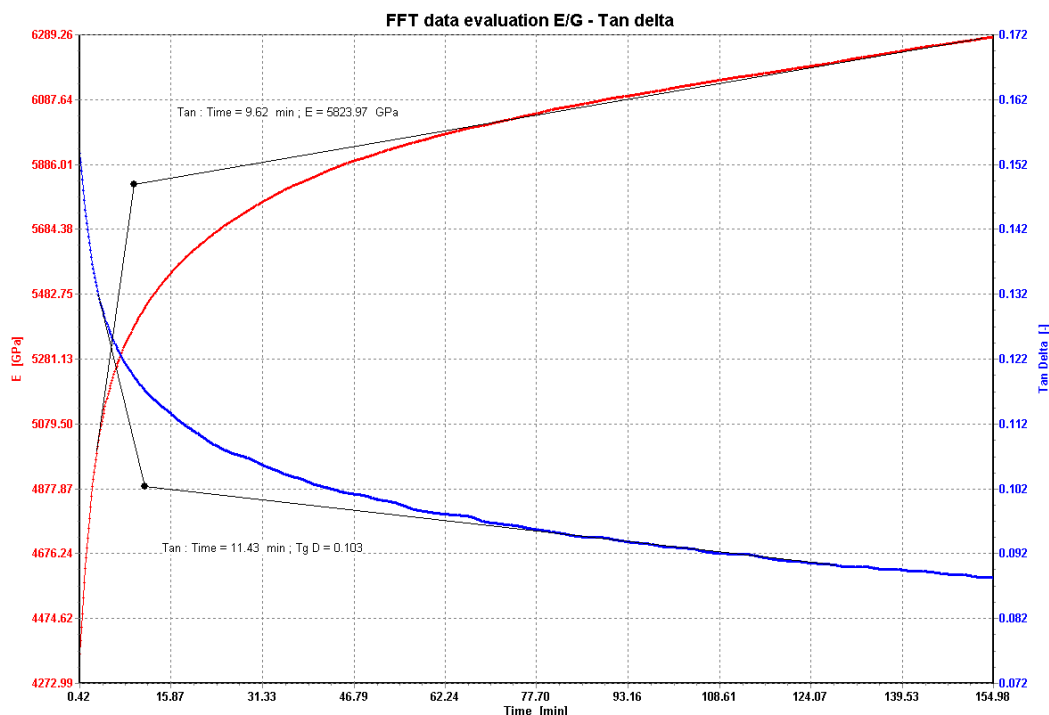
Obr. 45 Priebeh DMA tkaniny B v smere útku pri frekvencii 10 mHz



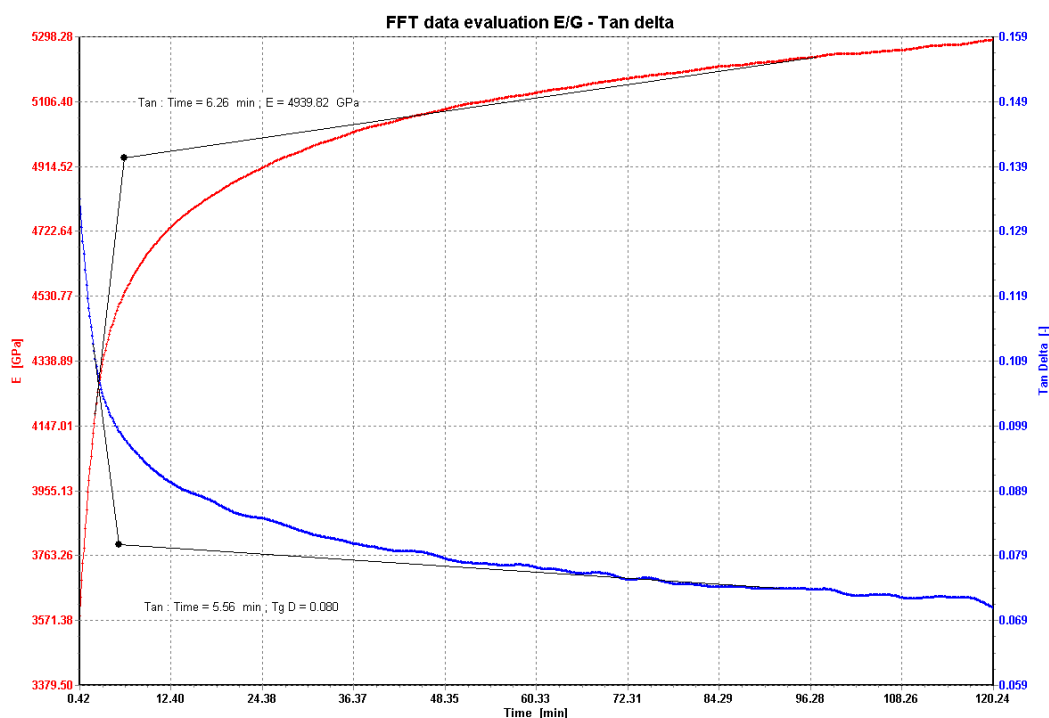


Obr. 46 Priebeh DMA tkaniny C v smere útku pri frekvencii 10 mHz

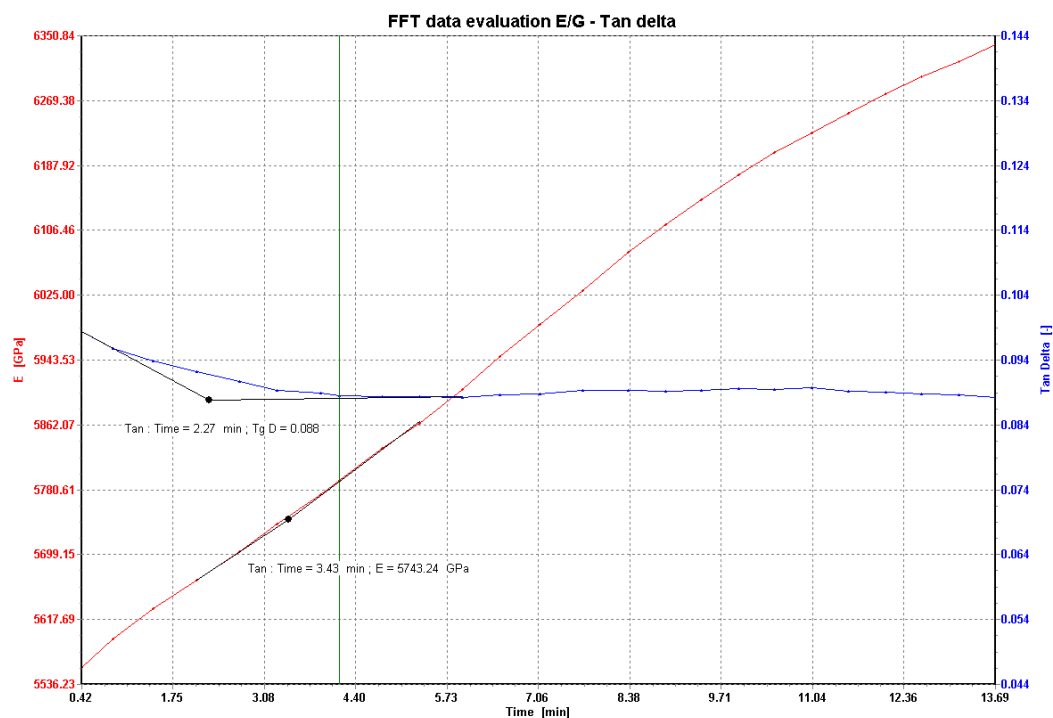
## 9.6 Priebeh DMA grafy FFT data evalution E/G- Tan delta pri frekvencií 1 Hz



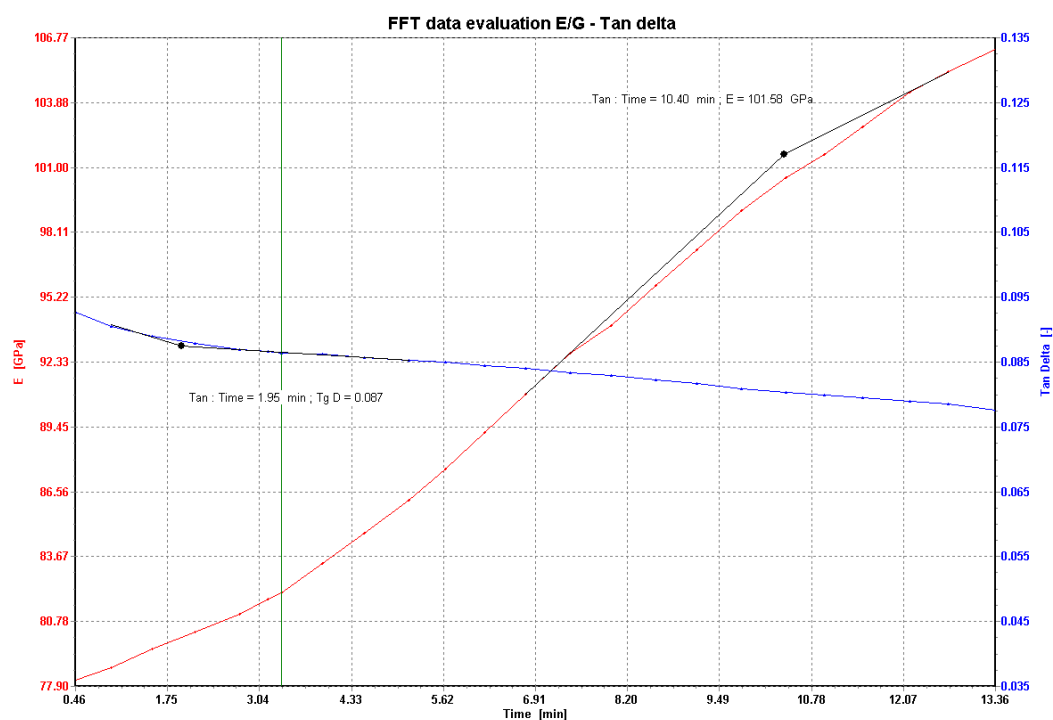
Obr. 47 Priebeh DMA tkaniny A v smere osnovy pri frekvencii 1 Hz



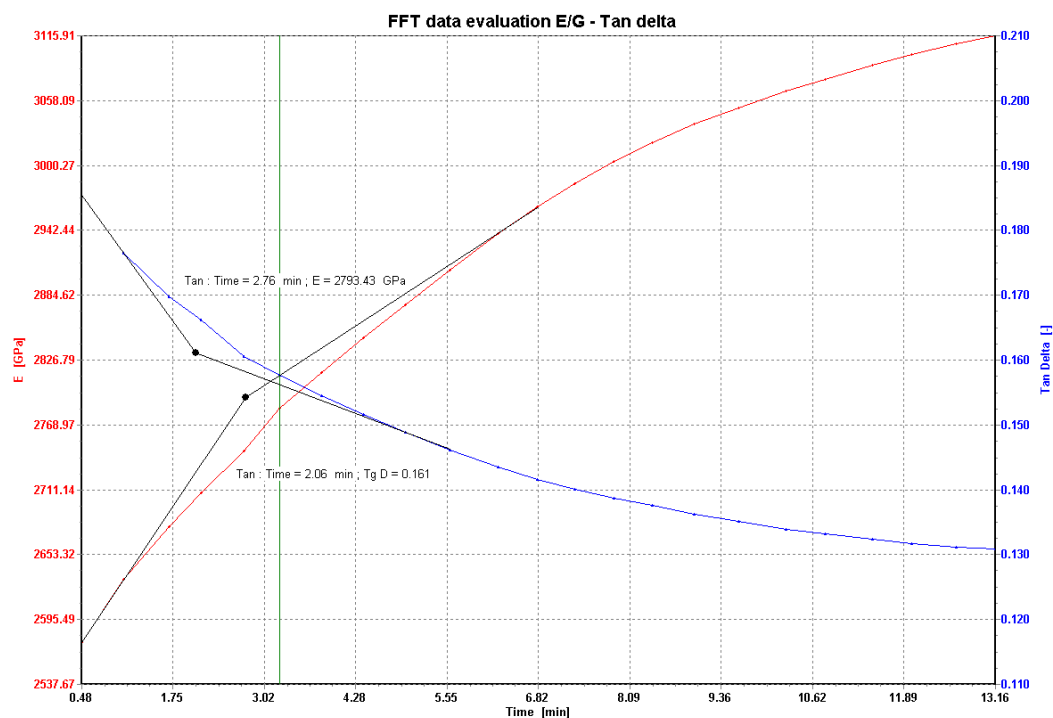
Obr. 48 Priebeh DMA tkaniny A v smere útku pri frekvencii 1 Hz



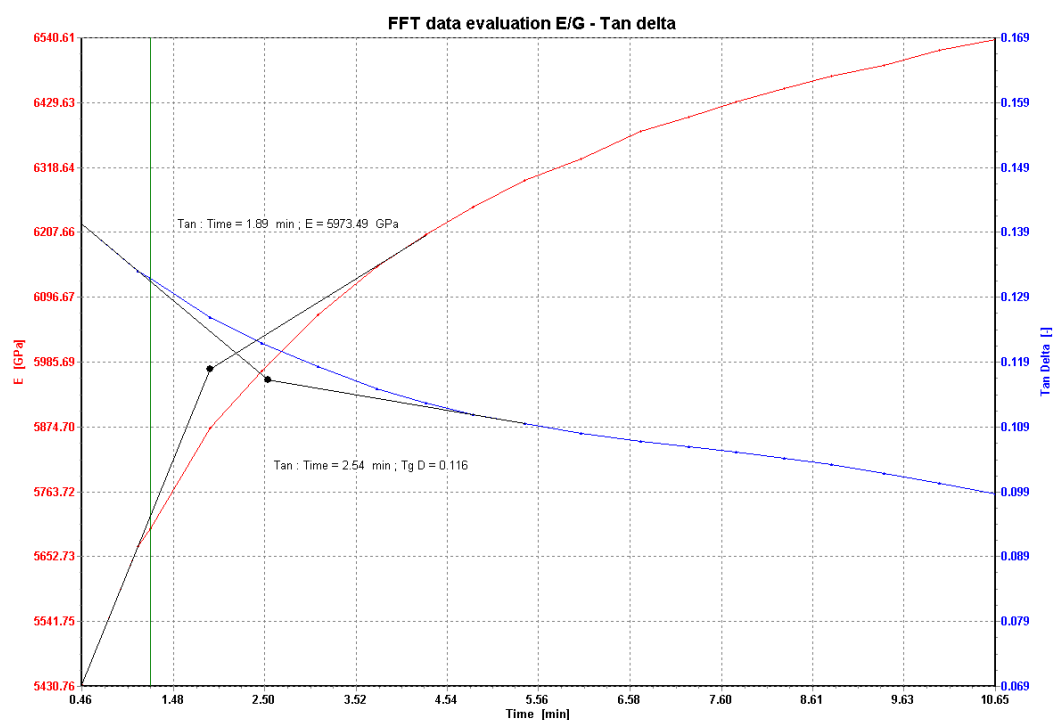
Obr. 49 Priebeh DMA tkaniny B v smere osnovy pri frekvencii 1 Hz



Obr. 50 Priebeh DMA tkaniny B v smere útku pri frekvencii 1 Hz



Obr. 51 Pribeh DMA tkaniny C v smere osnovy pri frekvencii 1 Hz



Obr. 52 Pribeh DMA tkaniny C v smere útku pri frekvencii 1 Hz